

UV/O₃과 HF 세정이 금속불순물 제거와 gate 산화막 특성에 미치는 영향
(The effect of UV/O₃ and HF cleaning on the removal of metallic impurity and on the gate-oxide properties)

한양대학교 금속공학과 이원준, 전형탁

1. 서론

최근 반도체 소자의 대용량화, 고집적화에 따른 수율 및 신뢰도 향상을 위해 Si 기판 세정기술 개발의 중요성이 높아지고 있다. Si 기판 표면의 주 오염물로는 유기물, 파티클, 자연산화막, 금속불순물 등이 있으며 초정정 Si 기판 표면을 구현하기 위해서는 Si 표면으로부터 이 오염물질들을 반드시 제거해야만 한다.¹⁾ 유기오염물질은 piranha 세정방법²⁾으로, 파티클은 SC-1 세정방법³⁾으로 제거가 가능하고 금속불순물은 SC-2 세정방법⁴⁾으로 제거하였으나 최근 연구에 따르면 이 세정방법은 Cu와 Fe같은 금속보다는 alkali 금속(Na, K) 제거에 더 효과적이라 알려졌다.⁵⁾ 본 연구에서는 Cu와 Fe과 같은 금속불순물을 제거할 목적으로 Cu와 Fe을 인위적으로 오염시킨 후 건식세정방법과 습식세정방법을 혼합한 UV/O₃ + HF세정을 실시 혹은 반복 실시하여 습식세정방법인 HF/H₂O₂세정 및 HF-last세정과 비교분석 할 예정이다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 비저항 값이 22~38Ωcm인 4", B-doped, p-type Si(100) 기판과 반도체용 고순도 화학용액 및 DI water를 사용하였다. 금속불순물(Cu, Fe)을 인위적으로 오염시킨 후 split 1 (piranha + HF), split 2 (piranha + UV/O₃ + HF), split 3 (piranha + UV/O₃ + HF의 2회 반복), split 4 (piranha + UV/O₃ + HF의 3회 반복), split 5 (piranha + HF/H₂O₂)와 같은 5가지 방법으로 splits하여 세정을 실시하였다. 인위적 오염은 1000ppm CuCl₂ 표준용액을 1ppm으로 희석시킨 후 상온에서 3분 동안 dipping하는 방법으로 오염시켰다. UV/O₃, HF/H₂O₂, HF세정은 상온에서 1분간 실시하였고 습식세정 후에는 5분간 rinse하였고 spin dry로 건조시켰다. 각각의 세정을 실시한 후 TXRF(total reflection x-ray fluorescence spectroscopy)를 사용해서 Si 기판의 금속불순물 잔류량을 측정하였고 AFM(atomic force microscopy)으로 표면 거칠기를 측정하였다. 그리고 각각의 방법으로 세정된 Si wafer위에 150Å의 gate 산화막을 성장시킨 후, I-V, C-V를 측정해서 각각의 세정에 따른 전기적 특성을 측정하였다.

3. 실험 결과

인위적 Cu의 오염량은 약 10^{12~13} atoms/cm²이며 split 1 세정 후 1.1×10¹¹ atoms/cm² 정도로 감소하였다. split 2 세정 후에는 5.3×10¹⁰ atoms/cm² 정도로 감소하였으며 split 2의 반복적인 처리(split 4)는 1.0×10¹⁰ atoms/cm² 정도로 급격히 감소하였다. split 5의 세정 후의 오염량도 2.5×10¹⁰ atoms/cm²으로 감소하였다. SPV 방법에 의한 lifetime과 AFM 결과 역시 split 2 세정을 반복할수록(split 4) 더욱 더 개선되는 경향을 보이고 있다. 또한 각각의 세정에 따른 표면특성을 알기 위해 contact angle을 측정하였으며 이 결과 UV/O₃ 처리는 친수성 표면을, HF 처리는 소수성 표면을 형성하였다. Fe의 경우도 Cu의 경우와 비슷한 경향의 결과를 나타내었다.

4. 참고논문

1. H. Morinaga, M. Suyama, N. Yonekawa, M. Nose, and T. Ohmi, International Conference on Advanced Microelectronic Devices and Processing, 397
2. Buckman, D. C, Semiconductor International, 4(7), 103(1981)
3. M. Itaro, W. Kern, Jr, M. Miyashita, and T. Ohmi, IEEE Trans. Semicond. Manufact. 6, 258(1993)
4. W. Kern, Handbook of Semiconductor wafer cleaning technology. Noyes publication, 18(1993)
5. H. Aomi, F. Derouin, and T. Ohmi. Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 315. 333(1993)