

건식 식각에 의한 실리콘 표면층의 변형과 회복에 관한 연구

권 광호, 박 형호, 이 수민, 곽 병화, 김 보우, 권 오준, 성 영권*

한국전자통신연구소 반도체연구단, *고려대학교 전기공학과

실리콘위에 형성된 산화막을 탄소와 불소를 함유한 가스 플라즈마를 이용한 건식 식각 기술은 높은 비등방성 및 산화막 / 실리콘 선택비를 얻을 수 있어 고 집적 소자 제조에 필수적인 공정으로 널리 이용되고 있다. 그러나 반응성 이온 건식 식각은 식각후 실리콘 표면 근처에 식각 손상과 오염을 야기시킨다. 일반적으로 이들 식각 손상과 오염은 3층으로 구분되며, 주로 C와 F로 이루어진 표면 잔류막층, 식각 장치의 챔버나 전극으로 부터 sputter되거나, 식각 가스의 구성 입자가 이온 상태로 실리콘 기판에 주입되어 형성된 불순물 침투층, 및 실리콘 격자 결함에 의한 손상층이다.^[1] 이러한 식각 손상 및 오염은 반도체 소자 특성에 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져 이의 제거에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다.^[2,3] 특히 식각 가스의 구성 입자가 이온 상태로 실리콘 기판에 주입된 불순물 침투층은 doping activation, carrier lifetime 및 contact resistance등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있어, 이의 제거가 요구된다.^[4,5] 이를 위해 O_2+CF_4 의 downflow asher로 Si표면을 깎아내어 제거하는 방법등이 연구되었으나^[6], 얇은 접합 깊이의 형성 추세를 감안하면 O_2+CF_4 에 의한 Si표면의 식각은 바람직하지 않은 것으로 판단된다. 본 연구에서는 CHF_3/C_2F_6 가스를 이용한 반응성 건식 식각 후 식각 후처리에 따른 polymer층 및 불순물 침투층의 변화를 조사하기 위해 VG Scientific의 ESCALAB 200-R 광전자 분광기와 CAMECA IMS-4F 이차 이온 질량분석기를 이용하였다. 효율적인 식각 후처리 공정을 확립하기 위해, 실리콘 웨이퍼를 CHF_3/C_2F_6 가스 플라즈마내에서 반응성 건식 식각한 후, O_2 플라즈마 처리, H_2SO_4+HF 에 의한 세척 공정 및 N_2 분위기에서 급속 열처리 공정을 수행하고, 각 공정에서 표면 잔류층의 거동 및 침투층에 주입된 불순물의 분포 변화를 조사하였다.

O_2 플라즈마 처리후 실리콘 표면 잔류막은 결합상태가 변화, 이후의 세척 과정에서 효과적으로 제거될 수 있음이 확인되었고, 실리콘에 주입된 불순물중 탄소의 량이 급격히 감소함을 알 수 있었다. O_2 플라즈마 처리후 H_2SO_4+HF 에 의한 세척 공정을 수행한 시료는 탄소, 불소, 및 산소의 량과 침투 깊이가 감소하는 현상을 보였

으며, 특히 산소의 양이 크게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 이상과 같이 표면 잔류막을 제거한 후 급속 열처리 과정의 도입은 실리콘내의 불순물 제거에 효과적임을 알 수 있었다.

즉 반응성 이온 건식 식각에 의한 실리콘 표면 잔류막층 및 실리콘 기판내 불순물 원소의 제거는 O_2 플라즈마 처리 및 $H_2SO_4 + HF$ 에 의한 세척 공정을 통한 표면 잔류막층의 제거가 선행되어지고 이후 급속 열처리 과정에 의한 기판내 불순물 원소의 외부 확산이 수반되어야 함을 알았다.

- [1] S. J. Fonash, J. Electrochem. Soc., Vol. 137, 3885 (1990)
- [2] X.-C. Mu, S. J. Fonash, G. S. Oehrlein, S. N. Chakravarti, C. Parks, and J. Keller, J. Appl. Phys., 59, 2958 (1986)
- [3] J. P. Gambino, G. S. Oehrlein, M. D. Monkowski, J. F. Shepard, and C. C. Parks, J. Electrochem. Soc., Vol. 137, 976 (1990)
- [4] K. Skimore, Semicond. Int., June (1989)
- [5] J. M. Heddleson, M. W. Horn, and S. J. Fonash, J. Vac. Sci. Technol., B6, 280 (1988)
- [6] H. Sakaue, K. Asami, S. Iseda, and Y. Horiike, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 29, 2648 (1990)