

passivation 막의 Plasma 처리효과와 광전도

이 승 환, 김 재 호, 홍 형 기, 성 영 권
고려대학교 전기공학과

A study on the plasma treatment effect of passivation film and the photoconductance.

Seung-Hwan Yi, Jae-Ho Kim, Hyung-Ki Hong, Yung-Kwon Sung
Dept. of Electrical Eng., Korea University

Abstract

Nitrided oxides have been recently investigated for the application as a replacement of thermally grown SiO₂ in the MIS devices.

In this paper, thin oxides were nitrided in the N₂ plasma ambient.

After B - T stress is performed on the sample, it was noticed that the current density is increased.

From the I - V measurement, dominant conduction mechanism of oxynitride films appeared to be Fowler - Nordheim emission. And also its breakdown strength is increased about 2.2 MV/cm compared with the oxide films.

1. 서 론

최근 MOS VLSI 기술의 추세가 미세화에 따른 고집적화의 경향에 의해 이들 소자의 게이트 절연막 박막화가 가속화되고 있으나 기존의 산화막은 박막화에 따라 소자응용상에 많은 문제점이 대두되어 그 한계성을 극복하고자, 건식산화막을 고온의 NH₃ 분위기에서 열처리한 nitroxide막을 공정상 고온 처리에 따른 소자 특성변화등의 문제점이 대두되어 이에대한 개선책으로 새로운 저온 형성 기술이 요구되고 있다.
따라서 본 논문은 건식산화막을 저온에서 N₂ plasma

처리하여 막을 제작한 뒤 산화막과 oxynitride 막의 전기전도 특성과 UV광 조사시의 전기전도 특성 변화에 대해 비교 검토 하였다.

2. 시료의 제작 및 측정

비저항이 1~10 Ω-cm 인 p 형 (100) 웨이퍼를 RCA법 에 의해 세척한 뒤 1000 °C dry O₂ 분위기에서 200~500 Å 정도의 산화막을 형성시켜 이를 PECVD 장치를 이용하여 최적조건 (기판온도 350 °C, RF power 250 W, chamber 압력 0.2 torr, N₂ 유량 60 cc/min)에서 30분간처리 하였다.

막의 두께는 Nanoscope (Anelva 911-9150) 를 사용하여 측정 하였다.

제작된 시료는 진공증착 장치로 1mm 의 Al전극을 입혀 MIS구조의 Diode를 제작 하였다.

측정시 외부 잡음을 차폐시키기 위해 shield box 내에서 전류는 Electrometer (Keithly 610c) 를 사용하였고 전압은 내부저항이 20 MΩ이상인 Digital Voltmeter를 사용하였으며 절연 파괴 측정은 ramp rate 0.1 V/sec 인 ramp 전압을 인가하고 breakdown 순간의 전압을 peak detector로 holding 하여 측정하였으며 Capacitor 의 breakdown 은 10 μA를 초과하는 전류에서의 인가 전계로 규정 하였다 .

또한 ± B-T stress (± 2MV/cm, 200°C, 10 min) 처리를 행하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 N₂ Plasma 처리한 막의 전기 전도 기구

그림 1 은 건식산화막을 N₂ plasma 처리하여 형성시킨 oxynitride 막의 전기 전도 기구를 고찰하기 위해 MIS diode를 제작하여 측정한 전류-전압 특성 결과와 산화막의 전류-전압 특성 곡선을 나타낸 것이다.

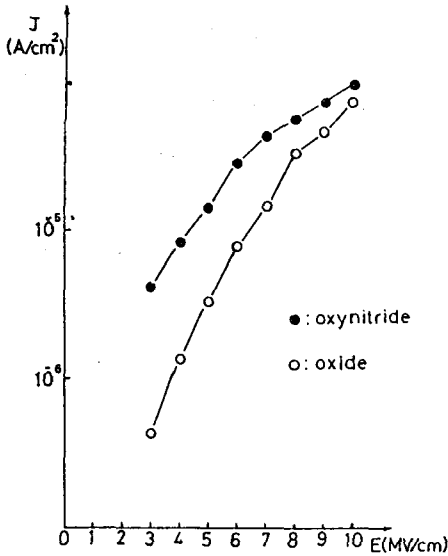


그림 1. 산화막과 oxynitride 막의 I - V 측정곡선

그림에서 알 수 있듯 산화막의 경우보다 oxynitride 막의 전기전도가 증가함을 알 수 있는데 이는 산화막을 N₂ plasma 처리하면 산화막의 표면과 Si-SiO₂ 계면에서 Nitrogen-Rich 층이 형성되고 산화막의 bulk에서 산소가 질소와 치환반응을 하여 유효 터널링 장벽의 높이를 낮추어 터널링확율이 증가하기 때문에 캐리어의 이동이 많아 산화막보다 Conductivity를 증가시킨다고 생각된다.

이 측정 결과를 Fowler - Nordheim Plot (ln (J / E²) vs. 1 / E)으로 도시 한 바 그림 2 에 나타내었다.

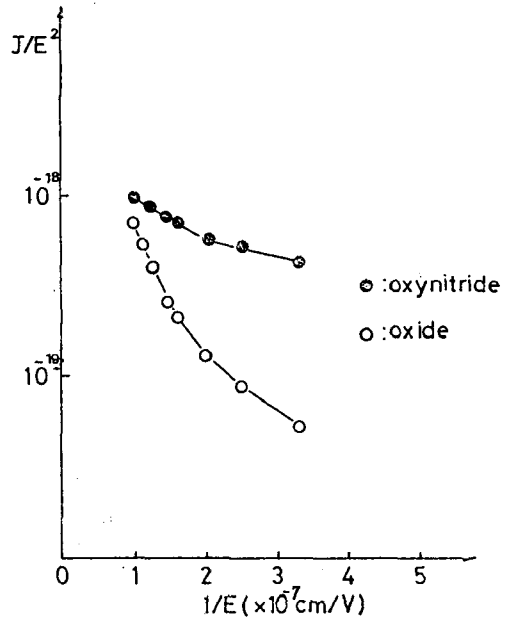


그림 2. 산화막과 oxynitride 막의 Fowler-Nordheim plot

그림에서 알 수 있듯 5 MV / cm 이상의 전류-전압 특성이 선형적으로 나타남으로 보아 oxynitride 막의 전기 전도 기구는 Fowler - Nordheim emission 기구에 의한 것임을 알 수 있다.

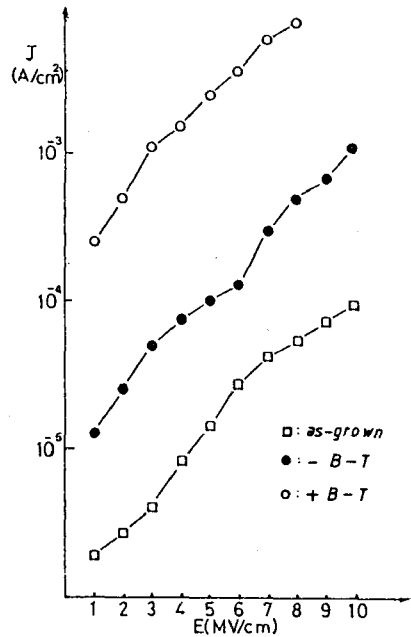


그림 3. ± B - T Stress 후의 I - V 측정 곡선

제작한 oxynitride 막을 $\pm(B-T)$ 처리한 후 I-V 특성을 측정한 결과를 그림 3에 나타내었으며 +B-T 처리한 경우가 as-grown 막보다 전도도가 더 큼을 알 수 있는데 이는 절연막내의 전하 Q_{SS} 변화에 관계됨으로 생각되어 진다.

즉 -B-T 처리를 하면 절연막내의 전하 Q_{SS} 양이 증가하여 이들이 전장에대한 가속전계로 작용하여 전류밀도가 증가하는 것으로 보이며 +B-T 처리하는 절연막내의 전하 Q_{SS} 양이 -B-T 처리한 막보다 크게 증가하여 전류밀도가 증가한다고 생각되어진다.

$\pm B-T$ 처리 전후의 고주파 C-V 특성곡선은 그림 4와 같으며 I-V 특성 곡선의 전류 변화 양상과 일치 됨을 알 수 있다.

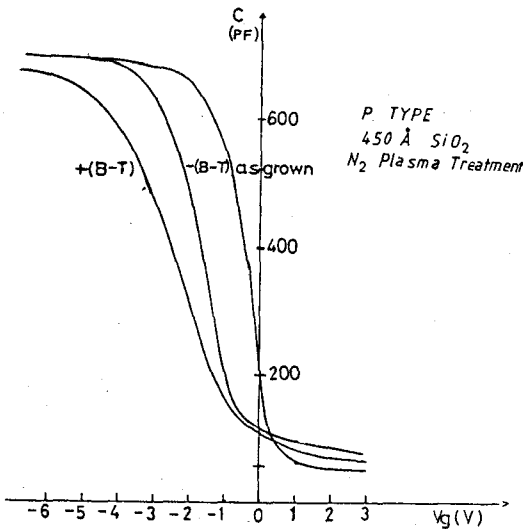


그림 4. $\pm B-T$ 처리 전후의 H.F.C - V 곡선

3.2 절연 파괴 특성

산화막과 산화막을 N_2 plasma 처리하여 제작한 막의 절연파괴 전계분포를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 산화막의 절연파괴 전계분포는 5-10 MV/cm 사이에 분포하고있으며 산화막을 N_2 plasma 처리한 막의 절연파괴 전계분포는 6-12 MV/cm 사이로 평균치가 7.1 MV/cm 에서 9.3 MV/cm로 약 2.2 MV/cm 가 증가 함을 알 수 있다.

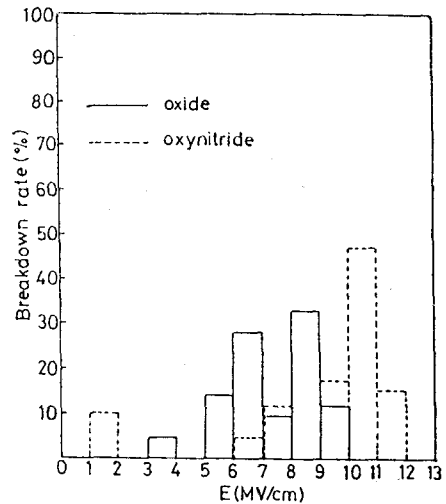


그림 5. 절연 파괴 전계분포

이는 산화막을 N_2 Plasma 처리하면 산화막표면에 산화막보다 치밀한 질화막이 형성되어 불순물 확산에대한 장벽역활을 하여 weak spot을 줄이는 결과를 가져오고, Si - SiO_2 계면과 계면근처에 Nitrogen-rich 층이 형성되며, 산화막 Bulk 조성이 결합력이 강한 Si - N 결합으로 부분적인 치환에 의한 것으로 사료된다.

3.3 UV 광 조사에 의한 V - I 특성

UV 광 조사에 따른 I - V 특성 곡선의 비교와 이에 따른 제반 사항은 당일 보고토록 하겠다.

참고 문헌

1. S.Lai et al, J.Electrochem. Soc., vol.129, p. 2042 (1982)
2. T.Ito et al, J.Electrochem. Soc., vol.129, p.184 (1982)
3. M. Lenzlinger et al, J.Appl. phys., vol.40, p. 278 (1969)
4. G.Krieger et al, J.Appl. phys., vol. 52, p. 5710 (1981)