

Laser assisted PECVD SiN막의 전기적 특성

◦김 용 우, 김 천 섭, 이 동 희, 성 영 권  
고 려 대 학 교

Electrical characteristics of Laser assisted PECVD SiN film

◦Yong-Woo Kim, Chun-Sun Kim, Dong-Hee Rhi, Yung-Kwon Sung  
Dept. of Electrical Eng. , Korea University

Abstract

Today, according to the temperature lowering of VLSI technology which have been required, the new thin film technology of low temperature have appeared. Plasma CVD method, one of low temperature technologies, have major problems with many interface trap defects. In this paper, we prepared ammonia free SiN film containing small H that acts as a defect impurity, and investigated the electrical properties of Laser assisted deposition film.

1. 서론

오늘날 반도체 기술의 저온 추세에 따라 새로운 박막기술들이 시도되고 있다. 현재 반도체의 절연막 형성을 위해 플라즈마 CVD법이 널리 사용되고 있으나 과잉에너지의 이온충격 및 불순물 오염에 의한 중착박막과 하층기판에의 손상등으로 인한 소자특성의 저하가 큰문제점으로 지적되고 있다.<sup>1)</sup>

따라서, 이러한 문제점을 해결하고 선택적반응 및 저온공정을 실현할 수 있는 Laser CVD를 이용한 다양한 공정개발에 최근 관심이 모아지고 있다.

그의 일환으로써 본 연구는 Laser assisted PECVD 를 이용한 막퇴적 방법을 제시하고 이에 대한 전기적 특성에 관한 연구와 아울러 종래의 PECVD와 비교하였다.

2. 시료의 제작

시료의 제작에 있어서 기판은 오믹 접촉을 용이하게하고, 표면의 결함 요인을 줄이기 위해 P형 (100) 웨이퍼를 사용하였으며, 기판의 비저항은 MOS

디바이스에서 실제로 많이 이용되는 20-50 Ω-Cm를 선택하였다. 시료의 제작에 앞서 웨이퍼 표면의 유기물 및 금속이온등에 의한 오염물질과 자연 산화막을 제거하기 위해 전처리 과정으로 웨이퍼를 세척하였다. 세척 방법에는 RCA에서 개발한 세척방법을 이용하였다.

SiN막 퇴적에 사용된 PECVD와 Laser assisted PECVD장치는 ArF Excimer Laser(Questex 2220)와 용량결합형 플라즈마 CVD (ANELVA PED - 301) 시스템으로서 그 구성도는 그림 1과 같다.

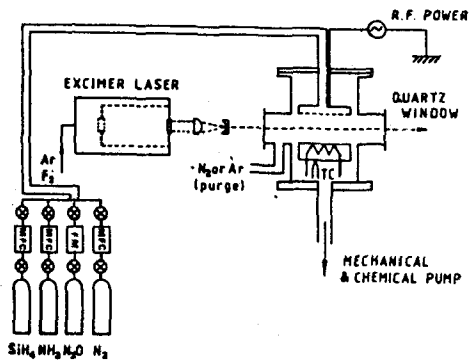


그림 1. 시스템 구성도

그림에서와 같이 Laser광이 렌즈를 통해 기판상 1mm 이하에서 평행하게 기판위에 도달할 수 있게 하였다. 세척한 웨이퍼를 plasma CVD chamber안에 넣은뒤 플라즈마 상태하에서 기판으로부터 1mm이하에서 193nm ArF Excimer laser광을 수평으로 5분간 조사하였다.

Laser 에너지 90mJ/cm<sup>2</sup>, pulse repetition 20Hz, 기판온도 300°C, SiH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub> 가스 유량비 1/30, chamber 압력 1 Torr의 chamber 압력으로 두께 850Å의 SiN막을 실리콘 기판위에 퇴적시켰다. 형성된 SiN막의 두께는 Nanoscope(ANELVA (911-9150))를 사용하여 측정하였다.

전극은 진공 증착 장치로 직경 1mm의 Al전극을 2 x 10<sup>-5</sup> Torr하에서 증착하였다.

C-V 와 DLTS측정을 위하여 Wafer Analyzer (SPC Electronic Corp. Type 17D20)를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 전압-전류 특성

Laser assisted PECVD막의 전기전도 기구를 알아보기 위하여 MNS(Al-SiN-Si) 구조의 capacitor를 만들어서 전압 전류 특성실험을 수행한 결과는 그림 2와 같다.

그림 2에서는 P-CVD SiN막의 경우도 I-V 특성 상호비교를 위하여 병기하였다.

그림 2의 I-V특성을 측정하는데 있어서 Al전극이 -bias 되게 하였을때는, +bias때와 유사하여

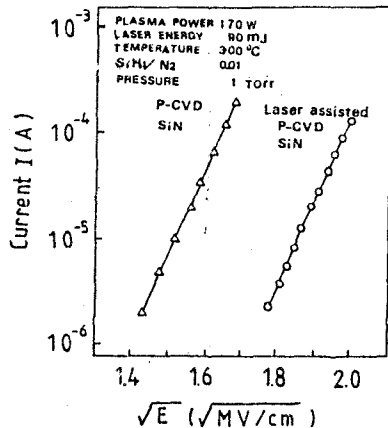


그림 2. SiN막의 ln I-E 특성

극성효과가 관측되지 않았다. 따라서 측정되는 전류는 SiN막을 통한 bulk전도로 인한 것임을 추측해 한다. 그러나 PECVD SiN막의 경우는 주입형의 히스테리시스 특성이 약간 나타나 일부

SiN막내의 트랩준위에서의 전자 트랩작용이 있음을 시사하고 있는 반면 Laser assisted PECVD SiN막의 경우는 후술하는 C-V특성의 경우처럼 히스테리시스 현상이 거의 없었다.

결국 I-V의 실측 결과 두가지 프로세서에 의한 SiN막은 다같이 직선적인  $\ln I \propto \sqrt{E}$ 의 관계를 갖게되어 본 시료의 SiN막의 고정전하 영역의 전기 전도 기구가 Poole-Frenkel (Internal Schottky) emission이 주도적임을 알 수있다.<sup>2)</sup>

#### 3.2 C - V 특성 3)4)

Si-MNS capacitor의 Si와 SiN막사이의 Interface 성질과 SiN막의 고정전하 특성을 알기위하여 1MHz의 주파수에서 PECVD SiN막과 Laser assisted PECVD SiN막의 C-V특성을 실측 하였다. 그결과로 그림 3에서 볼 수있듯이 플랫폼드 전압 V<sub>FB</sub>는 다같이 2V이다. 그러나 두특성을 비교한 결과 PECVD SiN막이 히스테리시스현상이 잘 나타나 있는 반면 Laser assisted PECVD SiN막은 이현상이 거의 없어 trap이나 고정전하가 Laser에 의해 월진 작아짐을 시사하고 있다.

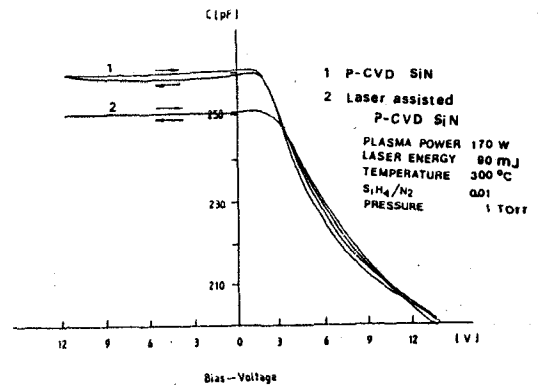


그림 3. 1MHz에서 측정된 C-V 특성곡선

참고로 C-V 특성에서 계면 전하밀도 Q<sub>ss</sub>는 다음 식과 같다.

$$Q_{ss} = -C_i(V_{FB} - \Phi_{MS}) / q$$

여기서,

Q<sub>ss</sub>는 계면 전하밀도로서 SiN 벌크에서의 전하의 합,

C<sub>i</sub>는 SiN막의 용량,

$V_{FB}$ 는 플랫밴드 전압.

$\Phi_{M0}$ 는 Si와 금속간의 일함수 차이다.

### 3.3 DLTS 법에 의한 평가 <sup>5) 6)</sup>

본 실험에서 제작한 MNS capacitor의 계면준위 밀도 평가를 위하여 1400Å 두께의 Laser assisted PECVD SiN막에 대한 DLTS 측정결과를 PECVD SiN막의 경우와 병기하여 그림 4에 나타내었다.

측정 sampling time은  $T_D = 25ms$ ,  $T_s = 100ms$ 로 하였고 온도는 105°K 에서 305.8°K 까지 scanning하였다. 그결과 두가지 시료에 DLTS signal은 다같이 온도증가와 함께 2개의 뚜렷한 피크치를 보이며 이 피크치에서의 활성화 에너지는 약 0.248eV와 0.336eV이다.

그림 5는 이와같은 DLTS측정으로 부터 얻어진 MNS capacitor의 계면준위 밀도 분포이다.

그림 5에서 알 수 있듯이 그값은  $1-4 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$  정도의 범위이며, 참고로 고주파 C-V 법으로 얻어진 결과를 함께 도시하였다.

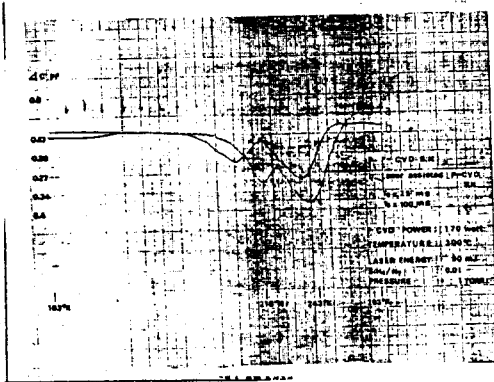


그림 4. DLTS 특성곡선

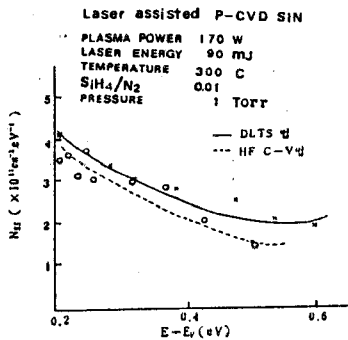


그림 5. DLTS측정과 HF C-V측정으로부터 얻어진 계면준위 밀도분포

### 4. 결론

본 논문에서는 Laser assisted PECVD SiN 막과 PECVD SiN막의 전기적 특성을 상호 비교하였다.

전압 전류 특성에서 -bias 되게 하였을때 +bias 때와 유사하여 구성효과가 관측되지 않았다. 따라서 본 시료의 고전계 영역의 전기 전도 기구가 Poole - Frenkel emission이 주도적임을 알 수있다.

C-V 측정에서 PECVD SiN막의 경우 주입형의 히스테리시스 특성이 약간 나타나 SiN막내의 트랩준위에서의 전자트랩 작용이 있음을 알 수있는 반면 Laser assisted PECVD SiN막은 이러한 현상이 없어 트랩이나 고정전하가 Laser에 의해 월린 적어짐을 알 수있다.

### Reference

- 1) J. L. Vossen, J. J. O'Niell, Jr., G. W. Hughes, F. A. Taft and R. Snedeker: J. vac. sic. & Technol. 17, p. 400(1980)
- 2) J. J. O'dwyer ; " The Theory of Electrical Conduction and Break Down in Solid Dielectrics ", Clarendon Press Oxford, 1973
- 3) K. Zoiminger , F. Heiman , Solid State Tech., May, p.49, (1970)
- 4) B. Deal , M. Sklar , A. Grove , E. Snow, J. Electrochem. Soc., Vol. 114, p.266 (1967)
- 5) K. Yamasaki , M. Yoshida and T. Sugano , Jpn. J. Appl. Phys. 18 (1979)
- 6) K. L. Wang , Appl. Phys. Lett , 31 (1976) 700