

## MIS diodes의 컨덕턴스법에 관한 광조사 효과

\*이 승 환 , \*\*박 찬 원 , \*\*\*정 영 권

\* , \*\*\* : 고려 대학교 전기공학과 , \*\* : 강원 대학교 전기공학과

A STUDY ON THE RADIATION EFFETS OF MIS DIODES BY CONDUCTANCE TECH.

\*Seung Hwan Yi , \*\*Chan Won Park , \*\*\*Yung Kwon Sung

\* , \*\*\*: Dep. of Eletrical Eng. Korea Univ. \*\* : Dep. of Eletrical Eng. Kang Won Univ.

### Abstract

Recently nitrided oxides have been investigated for the application as the replacement of thermally grown oxides in the MIS devices. In this paper , nitrided oxides which were treated by the N<sub>2</sub> plasma were fabricated with the 350 °C substrate temperature , 0.2 torr chamber pressure , 250 watt RF power , 60 sccm N<sub>2</sub> flow rate , 30 mins treatment time. After the UV light is radiated on the sample , it is noticed that the interface state density , N<sub>ss</sub>, is slightly decreased.

Under the UV light , the samples are stress by ±DC bias. After those treatment interface state density , N<sub>ss</sub>, is increased.

### 1. 서 론

최근 MOS VLSI소자의 고속도, 미세화, 고집적화의 요구에 의해 게이트 절연막의 박막화가 가속화 되고 있으나 기존의 산화막은 hot electron에 의한 interface state 증가로 인한 열화 등 소자 응용상 많은 문제점이 제기되어 산화막을 NH<sub>3</sub> 분위기에서 고온열처리<sup>1)</sup> 및 plasma 처리하였으나 실리콘 기판불순물의 재분포<sup>2)</sup> 및 O-H기로 인한 소자 응용상의 문제점이 제기되어 이에 대한 새로운 개선책이 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본 논문은 건식 산화막을 저온에서 N<sub>2</sub>

plasma 처리하여 MIS diodes를 제작한후 , 상온에서 30분간 UV광을 조사한후 Conductance 법<sup>4)</sup>에 의해 계면상태밀도의 변화를 측정하였으며 광조사시 DC-Bias Stress의 의존성<sup>5)</sup>에 대해서 고찰하였다.

### 2. 시료의 제작 및 측정

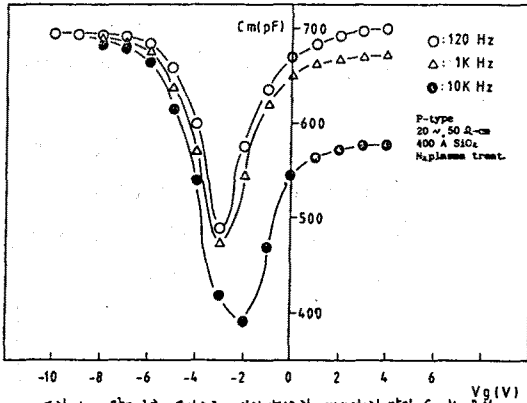
비저항이 20~50Ω-cm인 P형 (100)웨이퍼를 RCA 법에 의해서 세척한 뒤 1050°C dry O<sub>2</sub>분위기에서 250~400Å 정도의 산화막을 형성시켜 이를 PECVD 장치를 이용하여 최적조건 (기판온도 350°C , RF power 250 watt , chamber 압력 0.2 torr , N<sub>2</sub> 유량 60 cc/min)에서 30분간 처리하였다.

막의 두께는 Nanoscope (ANELVA 911-9150) 및 H-F CV 측정장비를 이용하여 측정하였다.

제작된 시료는 진공 증착장치로 반투명의 직경 1mm의 Al 전극을 입혀 MIS diodes를 제작하였다. 제작된 시료를 UV광으로 30분간 조사한뒤 외부 잡음의 영향을 배제하기 위해 Shield Box내에서 콘덕턴스 측정 장치를 사용하여 인가 전압 및 주파수를 파라미터로한 콘덕턴스 및 캐패시턴스를 사변브릿지와 변성기 브릿지를 이용하여 측정하였으며 특정 주파수가 정해져 있는 LCR METER (HP 4262A)를 병행하여 측정 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

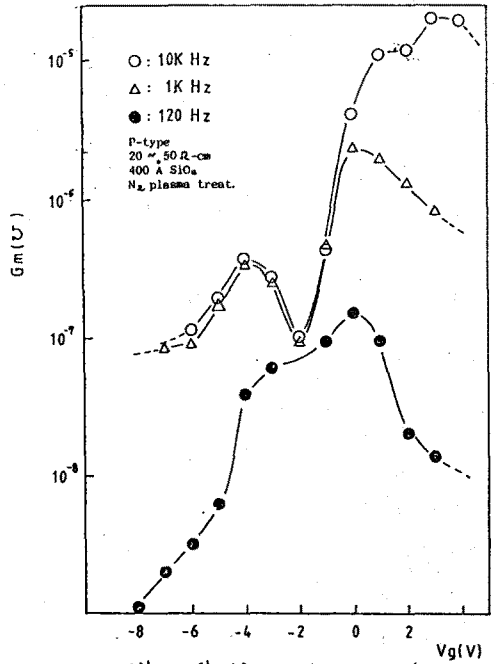
그림 1)은 UV광을 30분간 조사한후 각각 주파수를 파라미터로 하여 측정한 MIS diodes의 저주파  $C_m$ - $V_g$  특성 곡선이다. 이들 곡선에서 주파수가 감소할수록 공핍 영역의 용량이 증가하며 반전영역에 이르러 포화되는 양상을 볼 수 있는데 이는 주파수가 증가함에 따라 계면용량이 시간 지연을 갖고 대응 되기때문이라고 생각한다.



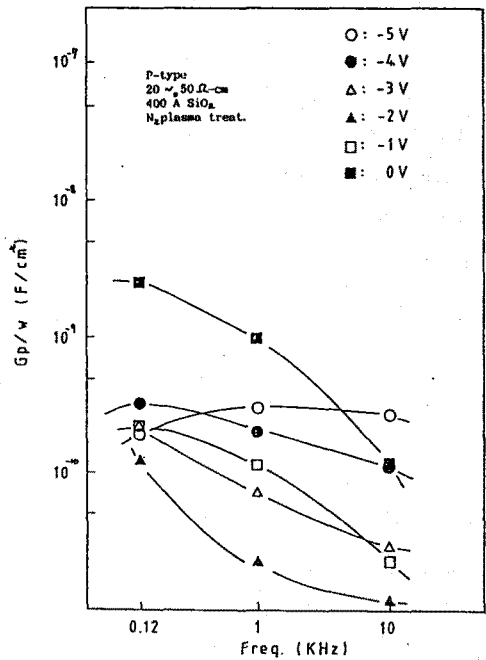
1형-1. 광조사후 주파수를 파라미터로한 oxynitride막의  $C_m$ - $V_g$  곡선

그림 2)는 이들 시료의 광조사후의  $G_m$ - $V_g$  특성 곡선으로 공핍 영역에서 peak치를 나타내고, 반전 영역으로 접근하면서 또다른 peak치를 나타낸다. 이는 공핍 영역에서의 다수 캐리어인 정공과 계면준위 및 계면 traps과 깊은 관련이 있는 것으로 생각되며, 반전 영역에서는 UV 광에 의해 생성된 소수 캐리어인 전자와 밴드 겹침의 소수 캐리어 밴드쪽의 계면 준위들과의 응답 특성에 따른 것으로 사료된다. 이들의 응답 특성이 공핍 영역과 반전영역에서 민감하게 나타나는 것으로 볼때 계면준위밀도의 크기 및 계면 트랩들의 전기적 성질과 깊은 관련이 있는 것으로 사료된다.

또한 이들로부터 UV광 조사후의 계면준위밀도를 구하기 위해서 주파수 및 인가 Bias를 Parameter로하여 측정한  $C_m$ ,  $G_m$ 값과 MIS 구조의 등가 병렬 콘덕턴스  $G_p$  및 등가 병렬용량  $C_p$ 와의 관계는 다음과 같이 도출하였다.



1형-2. 광조사후 주파수를 파라미터로한 oxynitride막의  $G_m$ - $V_g$  특성곡선



1형-3. 광조사후 인가 전압을 파라미터로 계산된 oxynitride막의  $G_p/w$  vs. 주파수 특성곡선

$$G_p/w = \frac{w(C_I^2 G_m (G_m^2 + w^2 C_m^2))}{w^2 C_I^2 G_m^2 + [w^2 C_m (C_I - C_m) - G_m^2]^2} \quad (1)$$

$$C_p = \frac{C_I (G_m^2 + w^2 C_m^2) [w^2 C_m (C_I - C_m) - G_m^2]}{w^2 C_I^2 G_m^2 + [w^2 C_m (C_I - C_m) - G_m^2]^2} \quad (2)$$

관  $w$ : 측정 각주파수  $C_I$ : Oxynitride막용량  
 $C_m$ : 측정 캐패시턴스  $G_m$ : 측정 콘덕턴스.

식 1)을 이용하여 광조사후 oxynitride 막의  $G_p/w$ 의 주파수 의존성을  $V_g$ 를 파라미터로 하여 그림 3)에 나타내었다.

그림에서 알 수 있듯이 인가 전압  $V_g$ 가 증가할수록  $G_p/w$ 의 최대값이 저주파 영역으로 편이하는데 이는 인가 전압이 증가함에 따라 표면 전위가 증가하여 페르미준위의 근방에서의 포획 및 방출이 보다 깊은 계면 traps에서 일어나 이의 시정수  $\tau_m$ 이 증가하기 때문이라고 사료된다.

광조사후 각 인가 바이어스에서  $G_p/w$  vs. 주파수 특성 곡선에서  $G_p/w$ 의 최대치를 추출하여 실리콘 밴드갭 전체에 걸친 계면준위밀도의 분포를 그림 4)에 나타내었다.

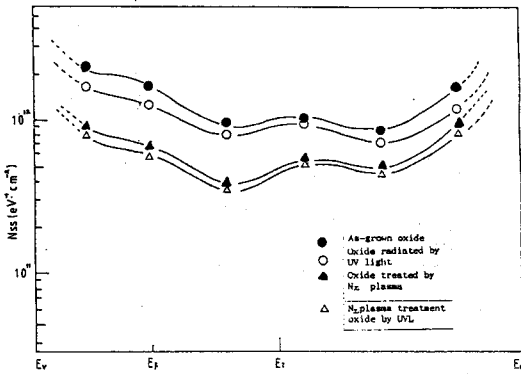


그림-4 광조사전후의 실리콘 에너지 준위의  $N_{ss}$  변화 양상

이로부터 광조사후  $N_2$  plasma 처리한막의  $N_{ss}$ 가 감소하는 것을 알 수 있는데 이는 UV 광조사시 실리콘에서 절연막내로 전자가 주입되어 절연막 및 계면에서 양의 전하의 전하를 포획한 trap들과 재결합 기구를 통해 중성화되어 전체적인 계면상태밀도의 감소를 가져온다고 사료된다.

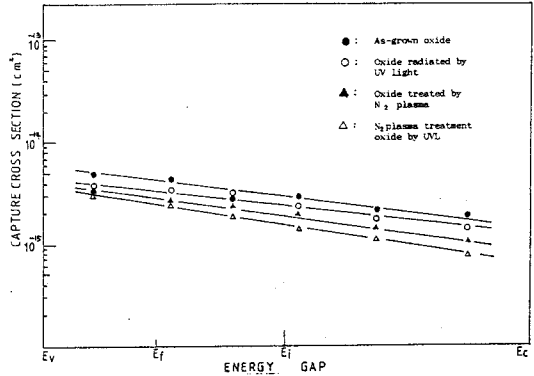


그림-5 P형 실리콘기판의 에너지준위에서의 포획 단면적

한편  $G_p/w$ 가 최대치에 이르는 주파수로부터 시정수  $\tau_m$ 을 구하였으며

$$\tau_m = (\bar{v} \cdot n_0 \cdot \sigma)^{-1}$$

$\bar{v}$ : 평균 열속도,  $n_0$ : 정성농도,  $\sigma$ : 포획 단면적

관계로부터 포획 단면적  $\sigma$ 를 구하여 에너지 준위에 따른 양상을 그림 - 5)에 나타내었다.

그림으로부터 UV 광조사후의 포획 단면적이 광조사 전의 절연막보다 감소하는 것을 알 수 있는데 이는 계면상태밀도가 감소함에 따라 계면에서의 포획 확률이 감소하기 때문이라고 사료된다.

### 3.2 DC-Stress 하에서의 광조사 효과

DC-Stress를 파라미터로한 광조사 효과에 대해서는 당일 보고토록 하겠다.

### 참고 문헌

1. K.K.Hung et al, J. Electrochem. Soc., vol. 134, No. 11, p. 2814 (1987)
2. T. Ito et al, Appl. Phys. Lett., 38, No. 5, p. 370 (1981)
3. S.P. Muraka et al, J. Electrochem. Soc., vol. 126, No. 6, p. 996 (1979)
4. E.H. Nicollian et al, Bell Syst. J., vol. 6, p. 1055 (1967)
5. T.C. Poon et al, J. Appl. Phys., vol. 51, No. 12, p. 5880 (1981)
6. K.H. Zaninger et al, RCA Rev. p. 208 (1967)