

# 게이트 산화막에 대한 암모니아 어닐링의 효과

## The Effect of $\text{NH}_3$ Annealing for Gate Oxide

서울시립대학교 전자공학과 김 영조, 김 철주

### ABSTRACT

The  $\text{NH}_3$  oxidation, which forms thermal oxide layer on silicon substrate with pure  $\text{O}_2$  gas added with small amounts of  $\text{NH}_3$  gas, has good interface states due to activated gettering effect during oxidation. The superiority of interface state in  $\text{NH}_3$  oxidation method is not affected by preprocess but by gettering during oxidation. The dramatic reduction of interface state is conformed with observing OSF when  $\text{NH}_3$  oxide is annealed in  $\text{NH}_3$  atmosphere.

### I. 서론

게이트산화막을 형성하는 최근의 가장 일반적인 방법은 고순도의  $\text{O}_2$  가스를 Chamber 내에 흘려서 실리콘웨이퍼를 열산화시키는 것이며<sup>1,2)</sup>, 본 연구에서는 고순도의  $\text{O}_2$  가스에 미량의  $\text{NH}_3$  가스를 동시에 첨가시켜서 산화막을 성장시키고  $\text{NH}_3$  가스로 어닐링을 수행하여 양질의 게이트 산화막을 성장시켰으며 Dry 산화법에 의해 성장한 게이트산화막과 본 연구에 의해 성장한 게이트산화막의 OSF(Oxidation-Induced Stacking Faults)를 비교하였다.

### II. 실험 및 고찰

본 연구에서는 MOS소자의 게이트 산화막을  $\text{NH}_3$  산화법으로 성장시켰을 때와 dry 산화법으로 성장시켰을 때 발생하는 OSF를 관찰하였다.

표1은 12개의 시료에 대하여 dry 산화막 또는  $\text{NH}_3$  산화막을 성장시키는 방법을 달리하여 Defect Length를 관찰한 결과이다. 실험결과로부터  $\text{NH}_3$  산화막은 성장시 gettering 효과가 있으며<sup>3)</sup> 기판에 어떤 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

그림 1은 임의로 웨이퍼에 defect를 발생시키고 Dry 산화법 및  $\text{NH}_3$  산화법에 의해 성장시킨 산화막에 대해  $\text{N}_2$  및  $\text{NH}_3$  어닐링 효과를 알아보기 위한 OSF 현미경 사진이다. 그림 2(a)는 Dry 산화막을  $1100^\circ\text{C}$ 에서 1시간 동안 성장시키고 동일 온도에서  $\text{N}_2$ 분위기로 20분간 어닐링하고 OSF를 관찰한 현미경 사진이며, (b)는 (a)와 동일 조건에서 성장시킨 산화막을  $\text{N}_2 + \text{NH}_3(7.5\%)$  분위기에서 20분간 어닐링하고 관찰한 사진이다. (c)는  $\text{O}_2 + \text{NH}_3(7.5\%)$  분위기의  $1100^\circ\text{C}$ 에서 1시간동안 산화막을 성장시키고 동일 온도에서  $\text{N}_2$ 분위기로 20분간 어닐링한 후의 사진이며, (d)는 (c)와 동일조건에서 성장시키고 산화막을  $\text{N}_2 + \text{NH}_3(7.5\%)$  분위기에서 20분간 어닐링한 후 관찰한 현미경 사진이다. 그림에서 보는 바와 같이 Dry 산화법에 의해 성장한 산화막보다는  $\text{NH}_3$  산화법에 의해 성장한 산화막의 OSF의 분포가 양호하며  $\text{N}_2$  분위기의 어닐링보다는  $\text{N}_2 + \text{NH}_3$  분위기의 어닐링이 더 적은 OSF를 가져온다. 이러한 OSF 결과는  $\text{NH}_3$  산화법에 의해 성장하는 산화막은 독특한 산화 메카니즘에서 산화시 게터링이 활성화되어 Si-SiO<sub>2</sub> 계면상태를 향상시키며  $\text{N}_2 + \text{NH}_3$  분위기의 어닐링이 계면상태를 더욱 향상시킨다고 판단된다.

### III. 결 론

고순도의  $O_2$  가스에 미량의  $NH_3$  가스를 첨가하여 실리콘 웨이퍼를 열산화시키는  $NH_3$  산화법은 일반적인 방법인 Dry 산화법에 비하여 산화막의 계면상태가 안정되는데 이는 산화중에 독특한 산화 메커니즘에 의해 게터링 효과가 활성화되는데에 기인하며 선행 공정에 영향을 받지 않으며  $N_2$  가스에  $NH_3$  가스를 희석하여 어닐링할 경우 열분해한  $H_2$  가스에 의해 계면상태가 더욱 향상됨이 OSF 관찰결과 밝혀졌으며, 실제 MOS소자에 응용이 가능하다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. A. Miin-Ron Lin, and Robert W. Dutton, "The Growth of Oxidation Stacking Faults and the Point Defect Generation at Si-SiO<sub>2</sub> interface during Thermal Oxidation of Silicon", J. Electrochem. Soc., Vol. 128, No. 5, 1981, pp. 1121-1130
2. P. M. Petroff, G. A. Rozgonyi, and T. T. Sheng, "Elimination of Process Induced Stacking Faults by Preoxidation Gettering of Si Wafers", J. Electrochem. Soc., Vol. 123, No. 4, 1976, pp. 565-570
3. H. Shiraki, "Suppression of Stacking Fault Generation in Silicon Wafer by HCl Added to Dry O<sub>2</sub> Oxidation", Japan, J. Appl. Phys., Vol. 15, No. 1, 1976, pp. 83-86

Table 1 Defect length according to  $NH_3$  oxidation method

산화막의 성장온도 1200°C

Wafer No.	Oxidation time (hours)	$NH_3$ concentration (in Volume %)	Defect Length ( $\mu m$ )	
1	1	2.5	0	
2	3	2.5	0	
3	6	2.5	0	
4	12	2.5, 7, 15	0	
5	20	2.5, 7, 15	0	
6	3	0	~35	
7	6	0	~70	
8	12	0	~90	
9	20	0	~100	
10	1st	3	0	
	2nd	6	2.5	0
11	1st	3	2.5	0
	2nd	6	0	0
12	1st	3	2.5	0
	2nd	6	0	~70

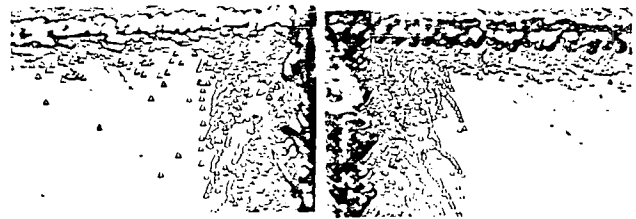
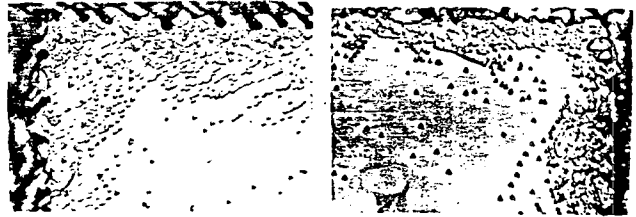


Fig. 1 OSF photograph shown annealing effect of  $N_2$  and  $NH_3$