

## 플라즈마 도핑 후 급속열처리법을 이용한 n+/p 얇은 접합 형성

도승우, 서영호, 이재성\*, 이용현

경북대학교 전자전기컴퓨터학부, \*위덕대학교 정보통신공학부

**Abstract :** In this paper, the plasma doping is performed on p-type wafers using PH<sub>3</sub> gas(10 %) diluted with He gas(90 %). The wafer is placed in the plasma generated with 200 W and a negative DC bias (1 kV) is applied to the substrate for 60 sec under no substrate heating, the flow rate of the diluted PH<sub>3</sub> gas and the process pressure are 100 sccm and 10 mTorr, respectively. In order to diffuse and activate the dopant, annealing process such as rapid thermal annealing (RTA) is performed. RTA process is performed either in N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> or O<sub>2</sub> + N<sub>2</sub> ambient at 900 ~ 950 °C for 10 sec. The sheet resistance is measured using four point probe. The shallow n+/p doping profiles are investigated using secondary ion mass spectrometry (SIMS). The analysis of crystalline defect is also done using transmission electron microscopy (TEM) and double crystal X-ray diffraction (DXRD).

**Key Words :** plasma doping, shallow junction, SIMS.

### 1. 서론

MOSFET 소자의 크기가 작아짐에 따라 short channel effect 가 나타나 전류제어 특성이 떨어지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 가장 효과적인 방법은 고농도의 도핑과 접합 깊이를 감소를 통해 가능하다. 이온주입법에 의한 얇은 접합 형성은 한계를 보이고 있다. 이로 인해 향후 극미세화의 논리소자 및 기억소자에서는 얇은 접합 형성을 위해 플라즈마를 이용하여 고농도의 도펀트를 주입하는 플라즈마 도핑이 대두되고 있다[1].

### 2. 실험

n+/p 얇은 접합 형성을 위해 p-type 기판에 P(phosphorus)의 주입은 plasma doping system (PDS)를 이용하였다. P를 도핑하기 위한 가스로는 10 % PH<sub>3</sub> / 90 % He를 사용하였다. 플라즈마 형성을 위해 200 W의 RF power를 인가하였고 도펀트의 주입을 위해 negative bias (1 kV)를 기판에 60초 동안 DC 펄스 형태로 인가하였다. 기판에 주입된 도펀트의 확산과 활성화를 위해 질소, 산소 혹은 질소 + 산소 분위기에서 급속열처리법을 수행하였다.

### 3. 결과 및 검토

플라즈마 이온 주입 후 급속열처리 전후의 실리콘 기판의 결함을 알아보기 위해 TEM측정을 하였다. 급속열처리 전후 모두 플라즈마 이온주입으로 인한 실리콘 기판의 결정 결함이 나타나지 않았다. 900 °C에서 10초간 질소의 유량을 고정하고 산소의 유량을 변화시키면서 급속열처리를 수행하였다. 산소가 첨가되지 않았을 경우 도펀트의 out-diffusion에 의하여 표면 도핑 농도가 낮았고 표면 저항의 값이 커졌다. 산소가 첨가되었을 경우 표면 도핑 농도가 증가하고 3 SLPM 이상이면 표면 도핑 농도가 일정하였으며, 접합 깊이는 산소의

유량이 많아질수록 도펀트의 확산이 많아졌다. 3 SLPM일 때 450 Å이 측정되었다. 표면저항 값은 산소유량이 증가할수록 감소하여 산소유량 5 SLPM일 때 표면저항 값이 276 Ω/□을 얻었다. 질소분위기에서는 급속열처리 시 도펀트의 out-diffusion 때문에 표면농도가 낮았으나 산소의 첨가로 표면 도핑 농도가 증가하였다. 이는 산소가 실리콘 기판과 결합하여 표면에 산화막을 형성하여 도펀트의 out-diffusion을 방지하기 때문이다. 산소 분위기에 질소유량의 증가는 표면저항 값을 줄어든게 하였다. 질소 분위기는 도펀트의 활성화 효율을 증가시킨다.

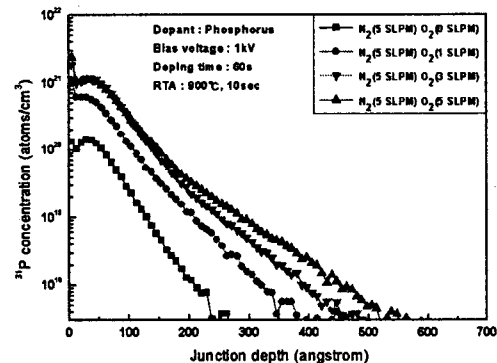


그림 1. 급속열처리 시 산소유량 변화에 따른 SIMS profiles

### 4. 결론

플라즈마 도핑 후 급속열처리를 수행하여 도펀트를 확산하고 활성화하였다. 열처리 시 산소는 도펀트의 out-diffusion을 방지하여 도핑농도를 증가시키고, 질소는 도펀트의 활성화 효율을 증가시켰다.

### 참고 문헌

- [1] M. C Ozturk, J. J Wortman, C. M Osburn, A. Ajmera, G. Goz-gonyi, E. Frey, W. K. Chu, and C. Lee, IEEE Tran. Electron Devices, Vol. 35, pp. 659-668, 1988.