

# 실리콘에 BF<sub>2</sub> 로 이온주입후에 Boron 이온의 일차원 및 이차원적인 분포해석

정원채

경기대학교 전자공학과

## Analysis of one- and two-dimensional boron distribution in implanted BF<sub>2</sub> silicon

Won-Chae Jung

Department of Electronic Engineering, Kyonggi University

**Abstract :** BF<sub>2</sub> molecule 이온주입은 ULSI기술에 있어서 ultra shallow 접합형성을 위해 P-MOS를 제작하는데 매우 유용한 기술이다. 주입된 boron 이온의 분포를 위해서 0.05 $\mu$ m 나노스케일의 마스크사이즈의 패턴에 이온 주입한 결과를 일차원적인 분포해석을 위해서 UT-Marlowe tool을 사용하여 gauss 및 pearson 모델의 도핑분포를 나타내었다. 또한 이 데이터를 TSUPREM4에 적용하여 이차원적인 도핑분포와 열처리 후에 boron의 gauss 및 pearson 의 모델의 도핑분포를 본 논문에서 나타내었다.

**Key Words :** Boron 이온주입기술, 컴퓨터모의실험, UT-Marlowe, TSUPREM4

### 1. 서 론

BF<sub>2</sub>는 boron에 비해서 4.45배가 더 무겁기 때문에 boron 이온의 분포는 실리콘기판에서 더 얇은 접합을 나타내게 된다. BF<sub>2</sub>로 이온 주입된 boron 이온의 일차원 및 이차원적인 도핑농도분포에 관한 해석을 컴퓨터시뮬레이션을 통하여 그림으로 나타내었다. 본 연구에서는 0.05 $\mu$ m 나노사이즈의 마스크에 BF<sub>2</sub>를 실리콘기판으로 이온주입 하였다. 반도체 나노기술을 컴퓨터모의공정실험을 통하여 일차원 및 이차원적인 분포를 해석할 수가 있었다.

### 2. 컴퓨터모의실험

BF<sub>2</sub> 분자 이온을 인이 도핑 되어진 n 타입의 기판농도가 1 $\times$ 10<sup>15</sup> cm<sup>-3</sup>인 단결정 실리콘에 이온 주입된 조건은 에너지가 10 keV 이었고 불순물 주입량인 도즈는 1 $\times$ 10<sup>15</sup> cm<sup>-2</sup> 이었다. 수직방향으로 이온빔이 입사되었다. 컴퓨터모의실험을 통한 결과를 그림 1에서 그림 3에 나타내었다. 그림 1에 boron 이온의 일차원적인 분포는 UT-Marlowe 프로그램을 이용하여 컴퓨터모의실험 한 결과이고 열처리후의 일차원 데이터는 TSUPREM4를 통하여 나타내었다. 더 좋은 statistic을 나타내기 위해서 UT-Marlowe 컴퓨터모의실험에서는 100,000개의 이온을 입력변수로 하였다. 그림 2와 3에서 이차원적인 boron 이온의 contour line은 1 $\times$ 10<sup>16</sup> 에서 1 $\times$ 10<sup>21</sup> cm<sup>-3</sup> 의 값으로 나타내었다. 그림 1은 주입된 boron 이온의 분포와 N<sub>2</sub> 가스분위기에서 열처리후의 분포를 나타낸다. Fluorine 이온은 열처리하면 실리콘웨이퍼의 표면

방향으로 확산하면서 그것의 농도분포는 아주 수축하여 거의 다 사라지게 된다. 그러나 boron 이온은 확산현상에 의해서 실리콘 벌크방향으로 깊은 tail 부분과 측면방향으로 더 넓게 퍼지게 된다. 1000 $^{\circ}$ C에서 계산된 확산 계수는 2.55 $\times$ 10<sup>-14</sup> cm<sup>2</sup>/sec 의 값을 나타내었다.

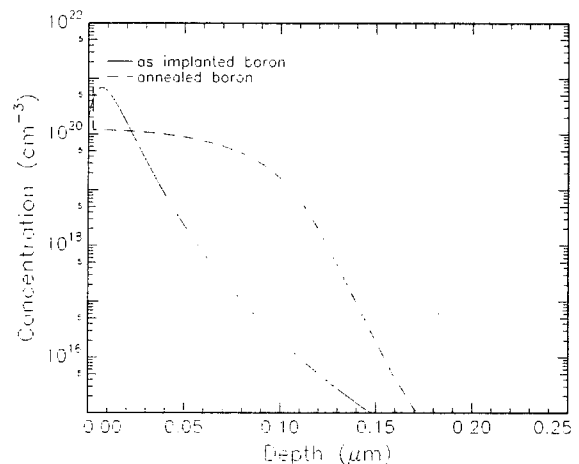
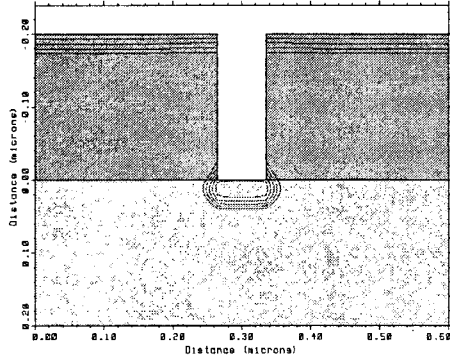


그림 1. 이온주입 후에 붕소이온의 분포와 열처리 후에 나타난 붕소 이온의 일차원적인 분포.(1000 $^{\circ}$ C, 30sec)

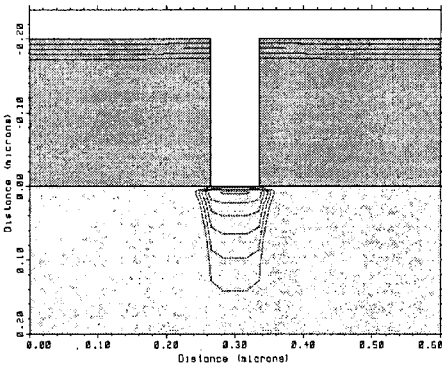
그림 1에서 나타낸 것과 같이 단결정 실리콘에 BF<sub>2</sub> 분자 이온을 주입한 후에 나타나는 boron 이온의 일차원적인 분포에서 moments 값을 계산한 결과를 표1에 나타내었다.

표 1. BF<sub>2</sub> 로 이온주입후에 붕소이온의 moments.

R <sub>p</sub> (μm)	ΔR <sub>p</sub> (μm)	γ	β
0.0104	0.0078	1.69	9.77

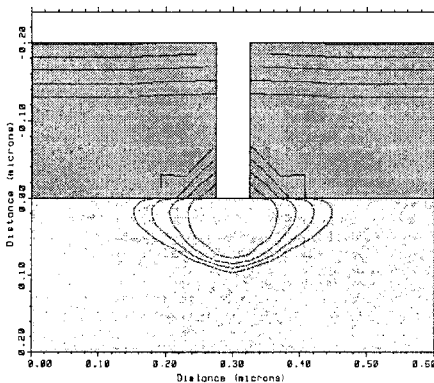


(a) Gauss model

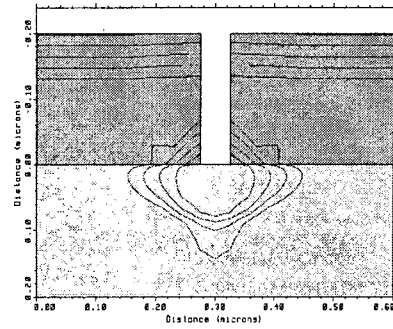


(b) Pearson model

그림 2. 마스크폭이 0.05μm인 경우에 붕소의 이차원적인 분포.



(a) Gauss model



(b) Pearson model

그림 3. 그림1의 조건에서 주입된 boron 이온을 1000℃에서 30초간 열처리한 경우 이차원적인 분포.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1에서 나타낸 boron 이온의 일차원적인 분포는 gauss 분포와는 다소 다른 분포인 pearson 분포를 나타내었다. 그림 2와 3은 1000℃에서 30초간 열처리한 후에 이차원적인 분포를 나타내었다. 그림에서 나타내고 있듯이 나노 사이즈의 마스크에 BF<sub>2</sub>를 이온주입하면 pearson 모델이 gauss 모델보다 기관 수직방향으로 더 깊이 침투하고 열처리 후에는 수직 및 측면 양방향으로 더 깊은 boron 이온의 분포를 나타내었다.

### 4. 결론

컴퓨터모의실험을 통하여 나노반도체공정기술을 위한 boron 이온의 일차원 및 이차원적인 해석을 그림으로 나타내었다. 이러한 해석방법은 다양한 나노반도체소자제작 기술에 유용하게 적용되리라고 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] Won Chae Jung and Hyung Min Kim, "A Study on Lateral Distribution of Implanted Ions in Silicon", Trans. on EEM, Vol 7, No. 4, p. 173, 2006.
- [2] Won Chae Jung, "A Study of experimental and developed model by antimony high energy implantation in silicon", J. of KIEEME(in Korean), Vol. 17, No. 11, p. 1156, 2004.
- [3] Won Chae Jung, "A Study of Boron Profiles by High Energy Ion Implantation in Silicon", Vol. 15, No. 4, p. 289, 2002.
- [4] Synopsys Inc., "TSUPREM4 manual", 2006.
- [5] J. D. Plummer, M. D. Deal, and P. B. Griffin, "Silicon VLSI Technology", Prentice Hall, Inc., p. 451, 2000.