

CO<sub>2</sub> 레이저 열처리에 의한 다결정 실리콘 Island의 재결정화

오 민복, 안 철  
서강 대학교 전자 공학과

CO<sub>2</sub> Laser Assisted Recrystallization of Polysilicon Island

Min-Rok Oh <sup>o</sup> , Chul An  
Dept. of Elec. Eng. , Sogang University

Abstract

The recrystallization of polysilicon layer deposited on Si was attempted by means of CO<sub>2</sub> laser annealing. The polysilicon layer was defined in small island patterns ( 50 $\mu$ m X 200 $\mu$ m ) by means of photolithography prior to the annealings.

After the annealing an increase of grain size up to about 50 $\mu$ m was obtained.

I. 서론

절연층 위에 적층된 실리콘 구조 즉 SOI ( Silicon On Insulator ) 에서 실리콘 층을 재결정화 하는 연구가 최근 다층 구조의 소자 개발과 관련하여 많은 관심을 끌고있다. 이를 실현시키기 위한 열처리 원으로 strip heater [1], arc lamp [2] , 전자 빔 [3], 레이저 [4-5] 등을 사용하고 있는데 본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 레이저를 사용하여 1000 Å 미만의 입정 크기를 십여  $\mu$ m까지 성장시킨 것을 보고한 바 [6] 있으며, 본 논문에서는 레이저 출력과 주사속도를 변화시켜 결정 입정의 크기를 최대 50 여  $\mu$ m 까지 증가 시켰음을 보고한다. 또 큰 결정 입정을 얻기 위한 임계 에너지 밀도를 알아 보았다.

II. 실험

1. 시료 준비

저항률이 5-15 ohm-cm 인 N형 실리콘 (100) 위에 습식 산화법으로 두께 13000 Å의 Si 층과 Silane gas를 사용해서 625 °C에서 LPCVD로 두께 6000 Å의 다결정 실리콘 층을 차례로 적층시키고 다결정 실리콘층은 식각 작업으로 50  $\mu$ m x 200  $\mu$ m 의 island 모양들로 만들어 주었다. 이 위에 레이저 빛의 반사를 줄여주기 위해 건식 산화법으로 두께 500 Å 정도의 Si 층을 형성시켰다.

2. 레이저 열처리

시료를 가열판 위에 고정시키고 350 °C 정도로 유지시킨 후 레이저 빔을 초점거리 4 cm인 Zn 렌즈로 집속시켜 시료 표면에서 빔 직경이 100  $\mu$ m 정도되게하여 주사하였다.

레이저 출력은 4 W, 5 W, 6 W, 7 W로 변화시키고, 주사속도는 400  $\mu$ m/sec, 300  $\mu$ m/sec, 200  $\mu$ m/sec로 변화시켰다.

III. 결과 및 논의

1. SEM 관찰

그림1.의 (a)에서 (d)까지가 레이저 출력을 4 W, 5 W, 6 W, 7 W, 주사속도를 400  $\mu$ m/sec, 300  $\mu$ m/sec 및 200  $\mu$ m/sec 으로 바꾸어가며 열처리 하였을 때 얻은 결과들이다.

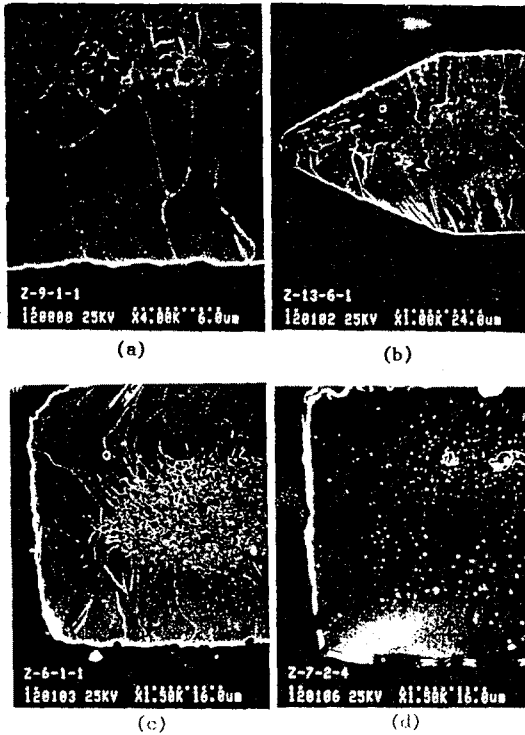


그림1. 레이저 출력과 주사속도를 각각 다르게 하여 얼처리한 시료의 표면 사진  
 (a) 6W, 400 μm/sec (b) 7W, 400 μm/sec  
 (c) 4W, 300 μm/sec (d) 4W, 200 μm/sec

출력 4 W, 주사속도 200 μm/sec의 경우 (그림1.(d))에는 island 전역이 하나의 단결정으로 되어있으며 표면에 용융 흔적이 남아있으며, 출력 7 W, 주사속도 400 μm/sec의 경우 (그림1.(b))에는 island 전 구역이 커다란 몇 개의 결정들로 구성되어 있어서 이 두 경우가 초기에 시도한 결과에 접근하고 있다.

기타의 경우는 주어진 출력에서 주사속도가 너무 빠른 경우 또는 주어진 주사속도에서 출력이 너무 낮은 경우에 해당되는데 island의 중심 부분에서는 입정 크기의 증가가 활발하지 못하며 중심 부분에서 가장자리 부분으로 멀어지면서 그 방향으로 길쭉하게 성장되어 있음을 볼 수 있다.

2. 임계에너지 밀도

그림2. 와 그림3. 은 각각 위의 얼처리 조건에서 성장한 입정들의 크기를 같은 출력에서 주사 속도를

바꾸었을 때의 변화와 같은 주사속도에서 출력을 바꾸었을 때의 변화를 나타낸 것이다. 여기서 수직축의 값은 편의상 입정이 크게 자란 구역에서의 입정의 길이로 잡았다.

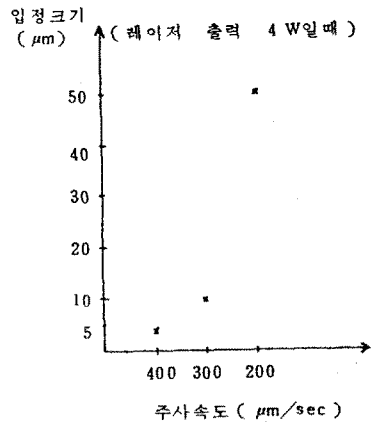


그림 2. 주사속도에 따른 결정 입정 크기의 변화

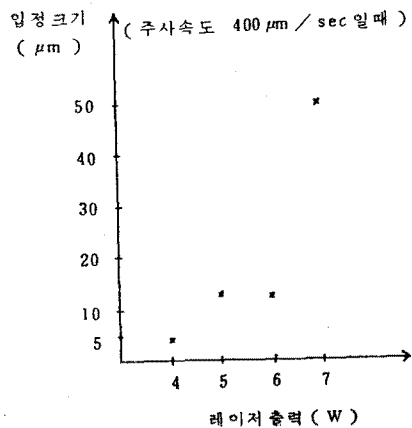


그림 3. 레이저 출력에 따른 결정 입정 크기의 변화

그림2. 와 그림3. 에서 각각 출력 4 W 인 경우에는 주사속도가 400 μm/sec 근방, 주사 속도가 250 μm/sec 인 경우에는 출력 4 w 근방이 임계 값을 볼 수 있다. 레이저 출력을 P, 레이저 빔 직경을 ϕ, 주사 속도를 v라 할때 단위 면적당 입사되는 임계에너지 밀도 Ft 는

$$F_t = P / (v\phi) \text{ 로}$$

출 수 있으며 그림2.와 그림3.에서 Ft는 각각 ~ 1.75E4 J/cm<sup>2</sup> 및 ~ 1.60E4 J/cm<sup>2</sup> 이다. 다만 이 값은 시료 표면에서의 반사도 Si 층과 poly-Si 층의 두께, 가열판 온도등에 따라 달라질 수 있을 것이다.

#### IV. 결론

실리콘 기판위에 두께 13000 Å의 Si 층과 50 μm X 200 μm의 island 모양으로 된 poly-Si 층을 차례로 형성시킨 후 poly-Si 층을 CO<sub>2</sub> 레이저 열처리로 재결정화 시켰다.

레이저 출력과 주사속도를 변화시켜 가며 열처리한 결과 주사속도 400 μm/sec 인 경우, 출력 4 W 인 경우 주사속도가 200 μm/sec 일 때 island 전체가 한개의 결정 또는 몇 개의 커다란 결정으로 성장 하였다. 이때 필요한 임계 에너지 밀도 Ft 는 1 ~ 2E14 J/cm<sup>2</sup> 이었으며, 표면에서의 반사를 줄이고 island 폭을 작게 하면 이 임계 값을 낮출 수 있으리라 생각된다.

#### 참고문헌

- [1] E.W.Maby et col., IEEB, EDL-2, 241(1981).
- [2] T.J.Shultz and J.F.Gibbons, Appl.Phys.Lett., 41(9), 824(1982)
- [3] D.B.Bensch and J.Y.Chen, IEEB, EDL-5(2), 38(1984)
- [4] A.Gat et col., Appl.Phys.Lett., 33( ), 775(1978)
- [5] T.J.Shultz and J.F.Gibbons, Appl.Phys.Lett., 39( ), 498(1981)
- [6] 오민복, 안철, KIEE 게재예정