

## 도핑이 FALC에 미치는 영향에 관한 고찰

안지수, 주승기

서울대학교

### A Study of the Effect of Doping on FALC

Ji-Su Ahn, Seung-Ki Joo

Seoul National Uni.

#### Abstract

Abstract 본문내용이 들어가는 부분입니다. 본 연구에서는 MILC 및 FALC를 도핑 타입에 따른 온도별 패턴별 인가 전압별로 진행하여 현미경 및 FESEM 관찰을 함으로써 그 메커니즘을 규명하고자 하였다. LPCVD를 이용하여 1000 Å a-Si 을 glass에 입힌 후 photolithography법 또는 Hard Mask법으로 Ni 200 Å 을 선택적으로 증착하였으며 Pt 전극을 Sputtering법으로 제작하였다.

33 ~ 200 V/cm의 전기장 하에서 MILC 속도가 2배 정도 증가되는 현상이 관찰되었으며 또한 인접패턴에 의해 FALC 속도가 영향을 받는 현상이 관찰되었다. 또한 전자가 움직이는 방향으로 MILC 선단영역 전후에 Void가 발생하는 영역이 존재함을 발견하였다.

FESEM 분석을 통하여 FALC 영역 및 Void 영역을 관찰한 결과 도핑 종류에 따라 결정화 양상이 다른 것이 관찰되었으며 Void 분석결과 Charged vacancy가 어닐링시 결집되어 나타나는 것으로 분석할 수 있었다.

**Key Words** : MILC, FALC, Doping, Void, FESEM, Charged Vacancy

#### 1. 서 론

평판디스플레이 소자로 각광 받고 있는 Polycrystalline-Silicon TFT-LCD 및 유기 EL 디스플레이 소자에는 amorphous Si 막의 결정화 공정이 필수적이며 레이저 어닐링 및 금속유도 측면 결정화법(MILC)이 적용되고 있다.[1] 이중 금속 유도 측면 결정화법은 공정이 간단하고 레이저 장비 등 고가의 장비를 추가로 요구하지 않으므로 주목을 받고 있으며, 이를 이용한 전기장 도움 MILC(FALC)법[2]도 공정온도를 낮추거나 어닐링 시간을 더욱 줄이기 위해 활발히 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 MILC 및 FALC 현상을 그 메커니즘이 아직 베일에 쌓여 있어 이에 대한 연구 및 응용이 미진한 상태이다. 본 연구에서는 MILC 및 FALC를 비정질 실리콘 막의 도핑 타입에 따라 온도별 패턴별 인가 전압별로 진행하여 현미경 및 FESEM 관찰을 함으로써 그 메커니즘을 규명하고자 하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1 실험장치

LPCVD를 이용하여 1000 Å a-Si 을 glass에 입힌 후 Ion Mass Doping법을 이용하여 조건에 따라 각각 Intrinsic, Boron, Phosphorus 도핑을 실시하였으며 photolithography법 또는 Hard Mask법으로 Ni 50~ 200 Å 을 선택적으로 증착하였으며 Pt 전극을 Sputtering법으로 제작하였다.

전기로 또는 할로젠 램프를 이용하여 열처리를 실시하였으며 Keithley 228A Voltage Source를 이용하여 전압을 인가하였다.

결정화 양상을 분석하기 위하여 광학 현미경 및 FESEM을 이용하였으며 특히 FESEM 분석을 하기 위하여 결정화된 시편을 SECCO etchant를 이용하여 에칭을 하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

island패턴이 형성되어있는 1인치 시편에 1.5cm

간극의 전극을 형성하여 100V를 인가하여 주는 상태에서 530°C 2시간 할로젠 램프를 이용하여 열처리를 하여준 결과 도핑 타입에 따라 그림 1, 2, 3과 같이 FALC 결정화 길이가 관찰되었다.

즉 Intrinsic의 경우 전류방향보다는 전류의 역방향으로 최대 90% 정도 결정화 속도가 향상되었으며 음극의 전위를 0V로 기준잡았을 때 60~70V에 해당하는 영역에서 최대의 결정화 속도 향상이 발견되었다. 또한 그림 4에서 보는 바와 같이 결정화 속도가 향상되는 MILC 영역에서는 일부 Void가 관찰되었는데 이는 음극의 전위를 0V로 기준잡았을 때 20~50V에 해당하는 영역에서는 모두 발생하였다.

Boron 도핑(P type)의 경우에는 전체적으로 intrinsic의 경우보다 40%~100% MILC 속도가 향상되었다. 또한 전류방향보다는 전류의 역방향으로 최대 40% 정도 결정화 속도가 향상되었으며 음극의 전위를 0V로 기준잡았을 때 70~80V에 해당하는 영역에서 최대의 결정화 속도 향상이 발견되었다. 또한 intrinsic의 경우와 마찬가지로 그림 5에서 보는 바와 같이 결정화 속도가 향상되는 MILC 영역에서는 일부 Void가 관찰되었는데 이는 음극의 전위를 0V로 기준잡았을 때 0~40V에 해당하는 영역에서는 모두 발생하였다. 즉 intrinsic의 경우에 비해 10V정도 void 발생하여는 위치가 전이되었다. 이는 P type 도핑으로 인하여 Fermi 준위가 낮아졌기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

Phosphorus 도핑(N type)의 경우에는 전체적으로 MIC 및 MILC가 거의 일어나지 않았으며 일어난 경우에도 Intrinsic이나 Boron 도핑한 시편에 비하여 결정화 속도는 매우 저하되었다.

각 시편들에 대하여 FESEM 분석을 실시한 결과 Intrinsic의 경우 그림 7과 8에서 보는 바와 같이 전기장을 인가하여 결정화 속도가 증가한 경우, 결정화 속도가 증가하지 않는 경우보다 각각의 결정립들이 2~3배 길어지는 것으로 나타났다.

또한 Boron 도핑된 시편의 경우에는 결정화 속도가 증가한 경우(그림 9)와 결정화 속도가 증가하지 않는 경우(그림 10)의 차이가 특별히 발견되지 않았다. 그러나 각각의 결정립들이 결정화가 일어나는 방향으로 서로 평행하게 배열되어 자라나는 것으로 나타났다. 이는 TEM 사진 분석(그림 11)의 결과와도 매우 일치하는 결과이다.

Void영역에 대하여 FESEM 분석을 실시한 결과 그림 12에서 보는 바와 같이 vacancy등이 결합되어 나타나는 Void로 판단되었으며 이는 Charged Vacancy가 MILC 진행에 상당한 역할을 하기 때문인 것으로 생각된다.

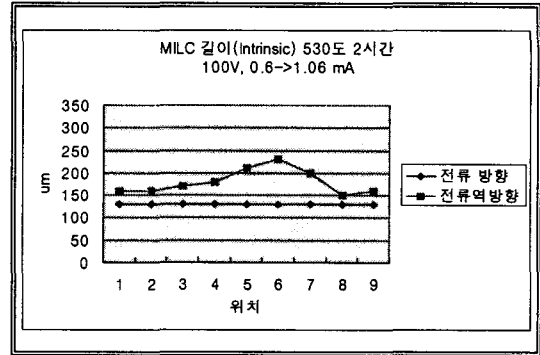


그림 1. Intrinsic 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 위치에 따른 MILC 길이(간극 1.5 cm).

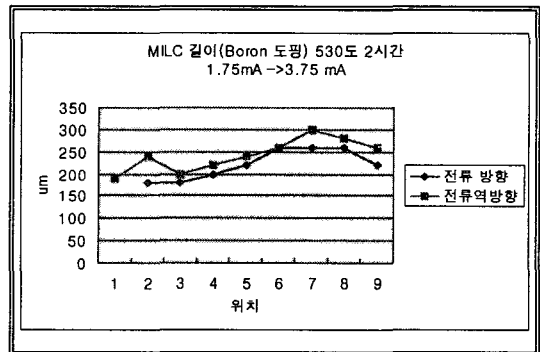


그림 2. Boron 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 위치에 따른 MILC 길이(간극 1.5 cm).

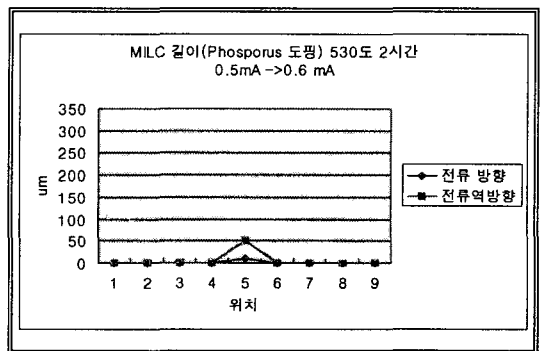


그림 3. Phosphorus 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 위치에 따른 MILC 길이(간극 1.5 cm).

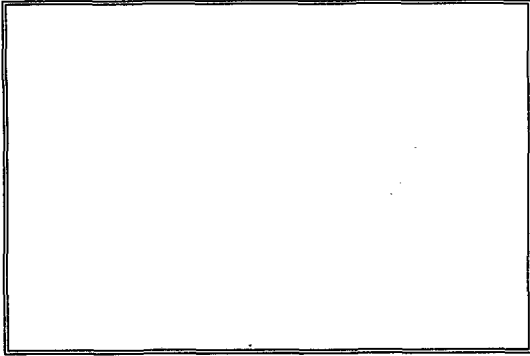


그림 4. Intrinsic 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 4번 위치에 있는 island test pattern의 MILC 현미경 사진

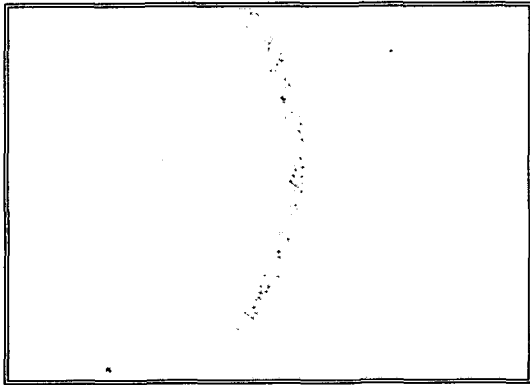


그림 5. Boron 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 3번 위치에 있는 island test pattern의 MILC 현미경 사진

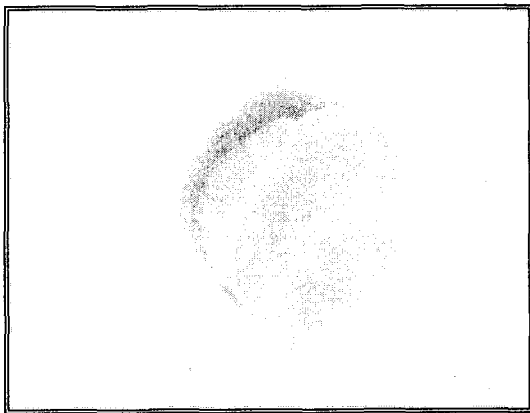


그림 6. Phosphorus 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 5번 위치에 있는 island test pattern의 MILC 현미경 사진

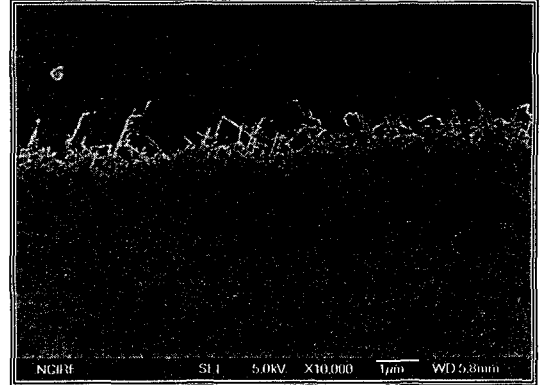


그림 7. Intrinsic 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 결정화 속도가 향상되는 영역의 MILC 선단 결정화 양상.

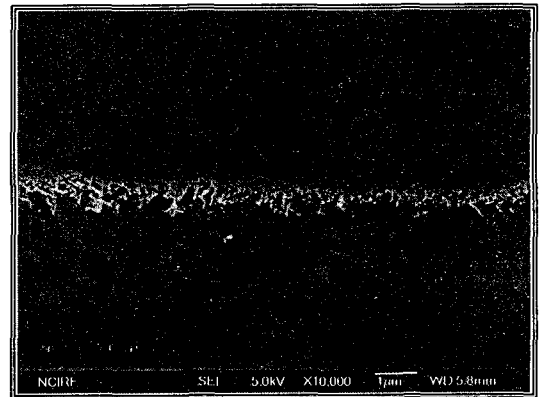


그림 8. Intrinsic 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 전류가 흐르는 방향으로 자란 MILC 선단 결정화 양상.

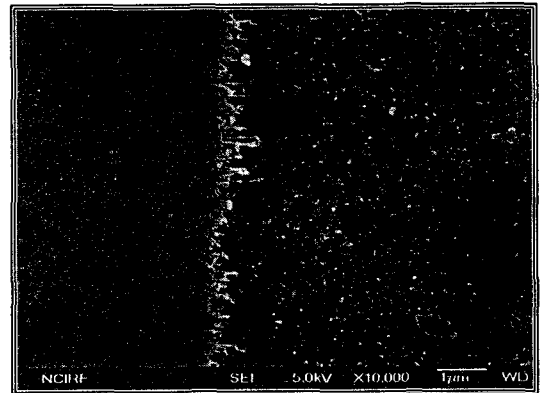


그림 9. Boron 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 결정화 속도가 향상되는 영역의 MILC 선단 결정화 양상.

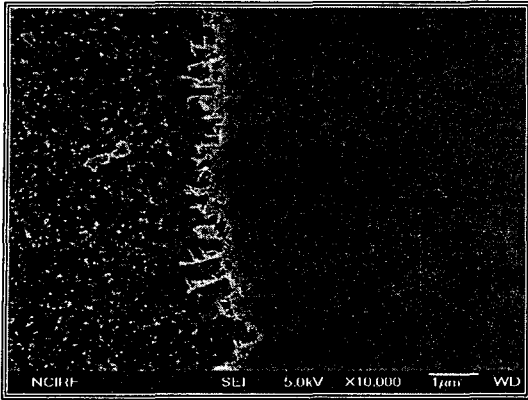


그림 10. Boron 도핑된 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 전류가 흐르는 방향으로 자란 MILC 선단 결정화 양상.



그림 11. Boron 도핑된 비정질 실리콘의 MILC 선단 결정화 양상 TEM 사진.

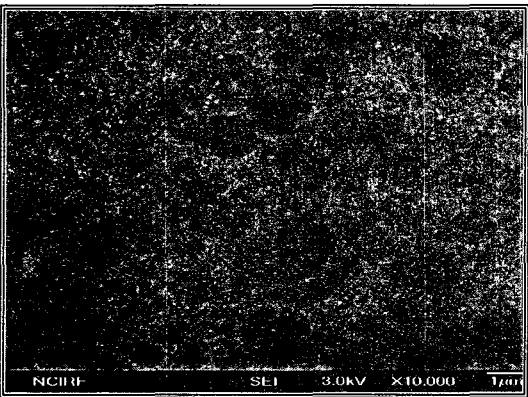


그림 12. Intrinsic 비정질 실리콘의 100V 전압 인가시 결정화 속도가 향상되는 영역에서 발생한 Void 부분의 FESEM 분석 사진.

#### 4. 결론

도핑 type에 따라 전압을 인가하며 MILC 결정화 양상을 분석해 본 결과 Intrinsic의 경우 전류 방향과 반대 방향으로 최대 90% 정도 결정화 속도가 증가하는 것이 관찰되었으며 이부분에 대하여 FESEM 분석을 실시함으로써 MILC 결정립의 구조를 알아본 결과 결정립 속도가 증가하는 방향으로는 다른 방향에 비해 결정립 길이가 2~3배 증가하는 것을 알 수 있었다.

또한 Boron 도핑의 경우 전체적으로 50~100% 정도 결정화 속도가 빨라졌으며 전기장에 의한 효과는 상대적으로 감소하였다. 또한 FESEM을 이용하여 MILC 선단의 결정립 구조를 분석한 결과 결정화가 진행되는 방향과 평행하게 결정립등이 늘어서는 것이 관찰되었으며 이는 Boron 도핑된 시편의 MILC 부분 TEM 분석 결과와도 일치하였다.

Phosphorus 도핑된 경우에는 MILC가 잘 일어나지 않는 것으로 나타났다.

전기장을 인가하여 MILC 속도가 향상되는 경우 중 Intrinsic의 경우에는 20~50V에 해당하는 영역에서 Void가 관찰되었으며 Boron 도핑의 경우에는 0~40V에 해당하는 영역으로 Void가 발생하는 영역이 전이되는 현상을 발견하였다. 이는 Charged Vacancy의 농도[3]가 특정 Fermi 레벨에서 Void를 형성하는 조건을 충족하는 것으로 해석할 수 있었다.

#### 감사의 글

본 논문의 일부 측정은 서울대학교 기초과학교 육연구공동기기원의 기기를 활용하여 이루어졌습니다.

#### 참고 문헌

- [1] S. W. Lee and S. K. Joo, "IEEE Electron Device Lett". Vol. 17, p. 160, 1996.
- [2] S. I. Jun, Y. H. Yang, J. B. Lee, and D. K. Choi, "Appl. Phys. Lett.". Vol 75, p. 2235, 1999.
- [3] J. A. Van Vechten and C. D. Thurmond, "Phys. Rev. B" Vol. 14, No. 8, p. 3551, 1976.