

## Ni Solution을 이용한 비정질 실리콘의 결정화

조재현, 허종규, 한규민, 이준신\*  
성균관대학교

### Crystallization of Amorphous Silicon thin films using a Ni Solution

Jachyun Cho, Jongkyu Heo, Kyumin Han, Junsin Yi\*  
Sungkyunkwan Univ.

**Abstract :** 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 만들기 위해 가장 많이 사용되는 제작방법은 비정질 실리콘을 기판에 형성한 뒤 결정화 시키는 방법이다. 고온에서 장시간 열처리하는 고상 결정화(SPC)와 레이저를 이용한 결정화(ELA)가 자주 사용되어진다. 그러나 SPC의 경우는 고온에서 장시간 열처리하기 때문에 유리 기판이 변형될 수 있고 ELA의 경우 장비가격이 비싸고 표면일 불균일하다는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위해서 화학 기상 증착법(저온 공정)을 이용하여 비정질 실리콘 박막을 증착 시키고, 이를 금속 촉매를 이용하여 금속 유도 결정화 방법(MIC)으로 결정화 시키는 공정을 이용하였다. 유리 기판 상부에 버퍼 층을 형성한 후 플라즈마 화학 기상 증착법(PECVD)을 이용하여 비정질 실리콘을 증착하고 Ni-solution을 이용하여 얇게 Ni 코팅하고 그 시료를 약 650°C의 Rapid Thermal Annealing(RTA) 공정을 이용하여 비정질 실리콘을 다결정 실리콘으로 결정화 시키는 연구를 진행하였다. Ni 코팅시간은 20분, RTA 공정은 5시간의 진행시간을 거쳐야 최적의 결정화 정도를 만들어낸다.

**Key Words :** Crystallization, Ni-solution, Amorphous Silicon

### 1. 서론

다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 만들기 위해 가장 많이 사용되는 제작 방법은 비정질 실리콘을 기판에 형성한 뒤 결정화 시키는 방법으로 고온에서 장시간 열처리하는 고상 결정화 (SPC)와 레이저를 이용한 결정화 (ELA) 등이 있다 [1,2]. 그러나 SPC의 경우는 고온에서 장시간 열처리하기 때문에 유리 기판이 변형될 수 있고 ELA의 경우 장비가격이 비싸고 표면일 불균일하다는 문제점이 있다. [3,4].

본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위해서 화학 기상 증착법(저온 공정)을 이용하여 비정질 실리콘 박막을 증착 시키고, 이를 금속 촉매를 이용하여 금속 유도 결정화 방법 (MIC)으로 결정화 시키는 공정을 이용하였다. 이러한 촉매 금속으로 주로 사용되는 것은 Ni, Pb, Ti, Ag, Au, Al, Sn, Sb, Cu, Co, Cd, Pt 등이 있는데 본 실험에서는 Ni를 사용하였다.

### 2. 실험

본 연구에서는 유리 기판을 사용하였다. 유리 기판은 eagle glass를 사용 하였으며, 아세톤과 메탄올에서 10분간 ultra vibration 세척 후 DI water로 세척 후 질소 가스를 이용하여 건조시켰다.

유리 기판 상부에 버퍼 층을 형성 한 후 플라즈마 화학 기상 증착 법 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)을 이용하여 비정질 실리콘을 증착하고, 얇게 Ni 코팅을 하였다. 그 시료를 RTA (Rapid Thermal Annealing) 시스템을 사용하여 650°C에서 열처리를 하여 비정질 실리콘은 다결정 실리콘으로 결정화 시켰다.

우리가 사용한 Ni 코팅 용액의 제조 방법은 표 1에 나타나있는 물질의 용액과 분말 파우더를 희석하여 니켈 코

팅 제조 용액을 제조할 수 있다.

본 실험에서는 Ni 용액의 코팅시간을 실온에서 20분, 열처리 시간을 650°C에서 5시간으로 고정한 상태에서 solution consistency를 10/100/1000ppm으로 변화시키고, 비정질 실리콘의 두께를 0.5/1/2/3/5nm로 변화시켜 가면서 실험을 진행하였다.

만들어진 시료를 Scanning Electron Microscope(SEM)을 이용하여 결정화정도를 알아본 뒤, Raman spectroscopy를 이용하여 결정화 Intensity peak를 측정하고 결정화 정도를 계산하였다.

표 1. 니켈 코팅 용액 제조를 위한 물질

a )	NiCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O (Nickel Chloride, hydrated)
b )	Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O (Sodium Citrate)
c )	NH <sub>4</sub> Cl
d )	NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O (Sodium hypophosphite)
e )	NH <sub>3</sub> (Solution) or NH <sub>4</sub> OH (30%)
f )	DI Water - 900ml(x)+900ml(y)+900ml(z)

### 3. 결과 및 고찰

버퍼 층을 형성시키고 그 상부에 화학 기상 증착 법 (CVD)을 이용하여 저온 증착 법을 사용하기 때문에 비정질의 실리콘 박막이 증착된다. 비정질 실리콘 박막이 증착된 기판을 금속 촉매 Ni 코팅에 의하여 비정질 실리콘 박막 상부에 소량의 금속 입자가 부착되어진다. 이때, 촉매 금속은 MIC를 이용하는 비정질 실리콘 박막의 결정화

과정에 있어서 비정질 실리콘 박막이 결정질 실리콘 박막으로 유도하는 금속을 의미한다.

니켈 코팅 과정에서 니켈 용액에 기판을 담가 두면 기판과 그 상부의 버퍼 층에는 Ni 입자의 코팅이 발생하지 않고 최상부의 비정질 실리콘 박막에 대해서만 Ni 입자의 코팅이 이루어지는 것을 실험적으로 확인하였다.

그림 1은 각 조건별로 Transmittance를 측정한 결과이고, 그림 2와 3은 solution consistency 100ppm, 비정질 실리콘의 두께 1nm일 때의 SEM, Raman 결과이다. Raman spectroscopy를 이용하여 결정화 Intensity peak를 측정하고 결정화 정도를 계산한 결과  $X_c=89\%$ 의 결정화 정도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

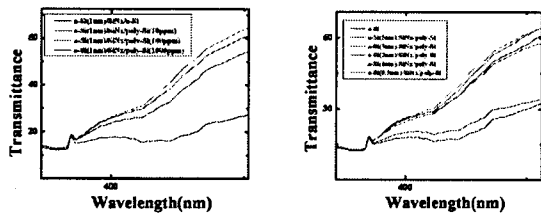


그림 1. 각 조건 별 Transmittance (코팅시간 실온에서 20분, 열처리 온도 650℃ 5시간 고정)

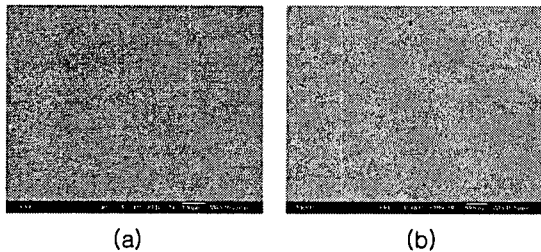


그림 2. 열처리 전(a), 열처리 후(b) SEM (코팅시간 실온에서 20분, 열처리 온도 650℃ 5시간 고정, solution consistency 100ppm, 비정질 실리콘의 두께 1nm)

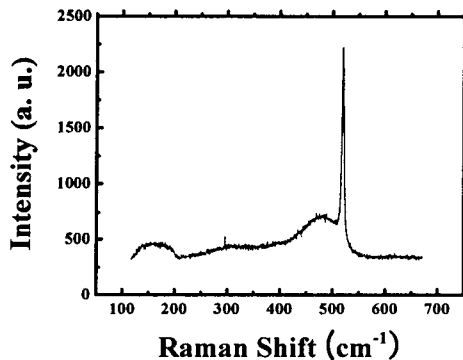


그림 3. 결정화 정도를 나타내는 Raman peak (코팅시간 실온에서 20분, 열처리 온도 650℃ 5시간 고정, solution consistency 100ppm, 비정질 실리콘의 두께 1nm)

#### 4. 결론

유리 기판위에 비정질 실리콘을 증착 시키고 그 위에 Ni 코팅 용액을 실온에서 20분 동안의 코팅 과정을 마친 후 약 650℃의 온도로 5시간 열처리 과정을 거치면 최적의 결정화가 나타난다.

고가의 장비와 복잡한 과정을 필요로 하는 종래의 SPC에 의해 생성된 실리콘 박막의 결정화 정도는 약 1700(a.u.)인 반면에, 본 연구에 따른 결정화 방법에 의해 생성된 실리콘 박막의 결정화 정도의 크기는 약 2200(a.u.) 수준으로 SPC보다 더 우수함을 알 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] Seungho Park, Chang-Hwan Yoon, Buletin of the INSTITUTE of Science and Technology, 14, p.463-474 (2003)
- [2] Byung-Il Lee, Won-Cheol Jeong, Kwang-Ho Kim, Pyung-Soo Ahn, Jin-Wook Shin, Seung-Ki Joo, J. Kor. Inst. Met. Mater., 35, 2, p.266-270 (1997)
- [3] S. Y. Yoon, K. H. Kim, C. O. Kim, J. H. Lee, J. Jang, J. Kor. Phys. Soc. 30, p.213 (1997)
- [4] R. C Carmarata, C. V. Thompson, C. Hayzelden, K. N. Tu, J. Matter. Res. 5, p2133 (1990).