

## 열처리 조건에 따른 Rubrene 박막의 결정 특성 변화 연구

운영운, 김송희, 이한주, 김태동, 이기진\*  
서강대학교 물리학과\*

**Abstract** : We observed the changes of crystal structure of Rubrene (5,6,11,12-tetraphenylnaphthacene) polycrystal thin films at various in situ substrate temperature and process by scanning electron microscope(SEM), x-ray diffraction (XRD) and near-field microwave microprobe (NFMM). Amorphous rubrene thin film was initially obtained on 200 nm thick SiO<sub>2</sub>/Si substrate at 35 °C in a vacuum evaporation but in situ long time postannealing at the temperature 80 °C transformed the amorphous phase into crystalline. Four heating conditions are followed : (a) preheating (b) annealing (c) preheating, annealing (d) preheating, cooling(35 °C), annealing. We have obtained the largest polycrystal disk in sample (c). But the highest crystallinity and conductivity of the rubrene thin films were obtained in sample (d).

**Key Words** : organic, rubrene, OTFT, microwave

### 1. 서론

유기물 반도체 물질은 저온에서 박막이 제작가능하고, 공정이 간단하기 때문에 적은 비용으로 대면적 소자를 제작할 수 있기 때문에 최근 활발하게 연구가 진행되고 있다. 이러한 유기물 반도체는 높은 전자 이동도와 전도성을 가지고 있어서 Organic thin film transistors(OTFTs), Organic light emitting devices(OLEDs) 와 photovoltaic cells 등에 응용 가능한 물질이다. 유기물 반도체로서 유망한 물질인 Rubrene를 이용한 TFTs의 이동도는 현재 single crystal 형태로 만들었을 경우 20 cm<sup>2</sup>/V·s 까지 보고되고 있다. OTFT의 active layer로 사용되는 유기물은 결정화가 잘 될수록 높은 이동도를 가지는 것으로 알려져 있기 때문에 유기물의 결정성을 향상시키기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있는 상황이다.

### 2. 실험

기판은 n+ 실리콘 웨이퍼 위에 200 nm 두께로 SiO<sub>2</sub> 산화물을 성장시키고 그 위에 열 증착법을 이용해 rubrene 박막을 제작하였다. Rubrene 박막의 두께는 80 nm로 제작하였고, 진공도는 1×10<sup>-6</sup> Torr로 유지하였고 증착속도는 0.05 nm/s로 일정하게 유지하였다. 증착을 하는 과정에서 다음과 같이 기판에 진공상태에서 열처리를 하였다. (a) 예열처리, (b) 후열처리, (c) 예열처리, 후열처리 (d) 예열처리 후 상온으로 냉각, 후열처리. 예열처리는 기판에 rubrene를 증착하기 전 기판 온도를 80 °C로 맞춰놓고 증착이 완료될 때까지 온도를 유지시켜주는 방식이고, 후열처리는 증착이 완료된 이후에 기판에 온도를 인가하는 방식이다. 열처리 온도는 전열처리와 후열처리 모두 80 °C로 설정하였고 후열처리 시간은 22시간으로 설정하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 1은 열처리에 따른 XRD 데이터와 NSMM 반사계수 S<sub>11</sub>이다. XRD 데이터에서 볼 수 있듯이 중간에 냉각 과정을 넣은 박막 (d)의 결정성이 가장 좋은 것을 확인할 수 있다. 또한 마이크로파 반사계수 측정을 통한 박막의 전도도

측정에서도 XRD 데이터와 같은 결과가 나타났다.

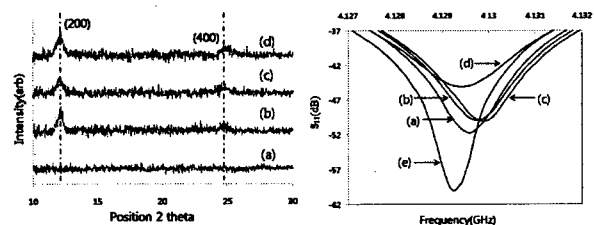


그림 1. 열처리한 rubrene 박막의 XRD 데이터와 마이크로파 반사계수 S<sub>11</sub>.

### 4. 결론

본 연구에서는 rubrene 박막을 80 °C의 온도에서 4가지의 다른 조건으로 열처리를 가한 후에 박막의 결정 특성과 전기적 특성 변화를 분석하였다. 그 중에서 박막(c)의 Polycrystal disk의 크기가 가장 컸으나 XRD와 SEM의 데이터에서는 rubrene 박막의 결정성이 박막(d)이 가장 뛰어난 것으로 관측되었다. 근접장 마이크로파 현미경(NSMM)을 이용한 반사계수 S<sub>11</sub>의 분석에서도 박막(d)의 전도도가 가장 좋은 것으로 나타났다.

### 감사의 글

이 논문은 서강대학교, 한국연구재단의 지원으로 수행되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] K. Ziemelis, "Putting it on plastic", Nature, Vol. 393, p. 619, 1998.
- [2] S. -W. Park, S. h. Jeong, J. -M. Choi, J. M. Hwang, J. H. Kim, and S. Im, Appl. Phys. Lett. 91, 033506 (2007).