

## Copper-phthalocyanine(Cu-Pc)의 결정성장을 위한 substrate의 온도조건에 관한 연구

김미정, 강상백, 김경수, 조승곤\*, 정양준\*, 김진태\*\*, 홍승수\*\*, 차덕준  
군산대학교 물리학과, \*목포대학교 물리학과, \*\*한국표준과학연구원 진공센터

### A Study on Substrate Temperature Conditions for Crystal Growth of Copper-Phthalocyanine(Cu-Pc)

M. Kim, S. Kang, K. Kim, S. Cho\*, Y. Jung\*, J. Kim\*\*, S. Hong\*\*, D. Cha  
Kunsan National Univ., \*Mokpo National Univ., \*\*Korea Research Institute of Standarde and Science

**Abstract :** Copper-Phthalocyanine (Cu-Pc) thin films of 100nm thickness have been deposited on silicon substrates as the different heating temperatures by thermal evaporation deposition technique. X-ray patterns showed with different temperature conditions at the  $2\theta$  range of 5-55°. The surface roughness of Cu-Pc thin films was investigated by using an atomic force microscope (AFM). A scanning electron microscope (SEM) has been used to characterize the micro-structures and morphologies depended on the substrate temperatures.

**Key Words :** Cu-Pc (Copper-Phthalocyanine), Thermal evaporation deposition

#### 1. 서 론

유기물들(Organicmaterials)을 이용한 소자의 개발은 제작 공정이 간편하고 비용도 저렴하여 많은 유기물 소자들이 개발되어지고 있으며 여러 분야에 거쳐 응용될 수 있는 물질 중의 하나이다.

1948년 유기물의 반도체적인 성질이 발견되어 유기물 다이오드 및 유기물 트랜지스터 등 최근 유기물을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 유기물 중 하나인 Cu-Pc (copper-phthalocyanine)는 일반적으로 p-type 반도체적 특성을 가지고 있으며 화학적으로나 열적으로 매우 안정되어 사용가치가 뛰어날 것으로 보고 있다.

그러나 아직까지 Cu-Pc 박막의 구조 및 흡수특성과 전기적특성에 대한 기술이 확실히 규명되지 않아 이에 대한 자세한 연구가 필요 되고 있다.

본 연구에서는 thermal evaporation deposition 방법을 이용해 기판 온도를 변화 시키면서 Cu-Pc 박막을 성장시키고 SEM (scanning electron micorscope)을 통해 표면을 관측하였으며 XRD (X-ray diffraction)를 통해 박막의 구조를 분석하여 Cu-Pc 박막을 성장시키는 조건을 조사해 보았다.

#### 2. 실험

##### 2.1 제작과정

Cu-Pc 박막 성장에 사용된 시약은 copper(II) phthalocyanine ( $\beta$ phase) 분말 이다. 열 진공 증착 (thermal evaporation deposition)법을 이용하여 Cu-Pc 박막을 성장 시켰다.

본 실험에서는 Cu-Pc 박막을 제조하기 위해 silicon을 아세톤과 알코올, 증류수 순으로 초음파 세척을 각각 15

분간 행한 후, 질소 가스를 이용하여 건조시켜 사용하였다. 건조된  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ 와  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 의 면적에 thermal evaporation deposition 방법을 이용하여 기판을 가열하면서 1000 Å을 in-situ 방법으로 thickness monitor (TM 400-Maxtek) 을 이용하여 증착하였다.

그림 1은 열 증착 법에 의해 증착된 Cu-Pc 박막의 개략적인 구조이다.

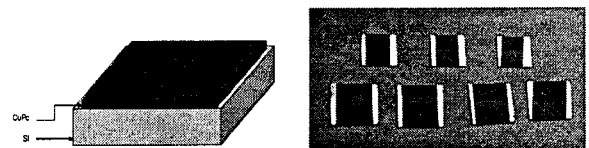


그림 1 Cu-Pc 박막의 개략도

이와 같이 온도를 달리 하여 상온, 100°C, 200°C, 300°C로 제작된 박막의 결정화 및 grain size를 비교하도록 했다.

##### 2.2 측정

열 진공 증착에 의해 형성된 Cu-Pc 박막에 대한 결정 구조를 조사하기 위해서 X-ray diffractometer (PANalytical, X'pert Pro MPD)로  $2\theta$  가 5-55°범위에서 조사되었으며 표면 상태를 조사하기 위해 field emission scanning electron microscope (Hitachi, S-4800)으로 관찰하였다.

#### 3. 결과 및 검토

##### 3.1 Cu-Pc/Si 박막의 표면 AFM사진

그림 2는 열 진공증착 방법으로 제조된 Cu-Pc/Si기판의

AFM이다. SEM에서 예측되는 입자 형태와 단면의 굴곡을 볼 수 있다. 균일도를 보면 조밀하고 균일하게 분포되어 있는 것을 볼 수 있다.

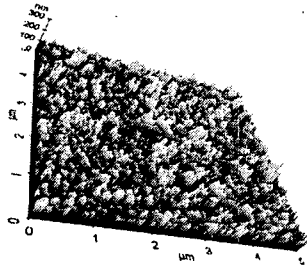


그림 2 Cu-Pc/Si 박막의 표면 AFM사진 (R.T.)

### 3.2 Cu-Pc/Si 박막 표면의 SEM사진

그림 3은 FE-SEM을 이용하여 5만 배 확대한 Cu-Pc/Si 표면으로 상온에서 기판을 가열하기 전(as grown)의 상태와 기판의 온도를 100℃, 200℃, 300℃로 가열 일정하게 유지키면서 제작된 박막의 표면 상태를 보여주고 있다.

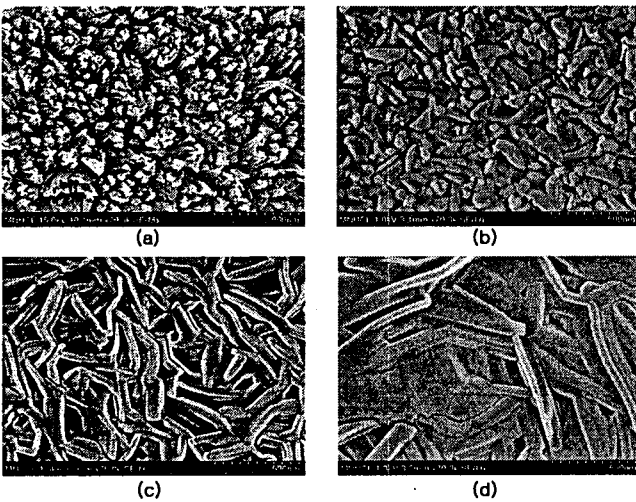


그림 3 Cu-Pc/Si 박막의 표면 SEM사진

그림 3에서 보는 바와 같이 기판의 온도에 따라 표면 grain의 크기가 다름을 확인하였다. 그 중 200℃로 기판을 가열시킨 Cu-Pc/Si 박막의 grain들이 비교적 일정한 크기와 결정성이 좋은 모양을 가지고 균일하게 증착되었음을 보였다.

### 3.3 Cu-Pc/Si 박막 표면의 XRD사진

그림 4는 기판을 가열하면서 온도를 달리하여 증착한 경우의 패턴들을 비교하였다. 그림에서 알 수 있듯이 상온에서는  $\alpha$ -phase 피크인 (200), (111), (112), (312),

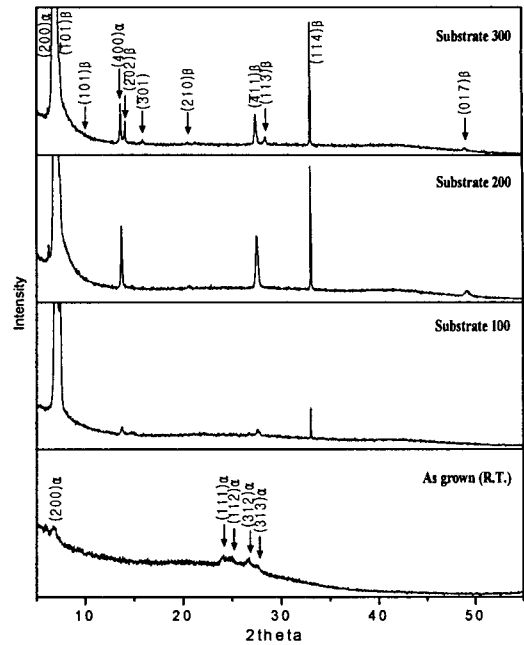


그림 4 Cu-Pc/Si 박막의 XRD 패턴

(313) 면이 나타나지만 기판의 온도를 올려 가열하면서 증착시킬수록  $\beta$ -phase의 피크가 나타나는 것을 볼 수 있다. 그래서 상온에선  $\alpha$ -phase만 나타나지만 온도를 올리며 증착할수록  $\alpha$ -phase와  $\beta$ -phase monoclinic 구조가 혼재하고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 불안정한  $\alpha$ -phase에서 안정한  $\beta$ -phase로 상전이가 일어나고 있음을 볼 수 있다.

## 4. 결론

균일한 표면과 면적의 박막을 제조하기 위해 Cu-Pc 박막을 Si 위에 Thermal evaporation deposition 방법으로 성장시켰다. Substrate의 온도조건에 관하여 XRD, SEM의 측정을 통해 표면의 거칠기, grain 형태, 결정성을 조사하였다. 이와 같은 측정을 통하여 유기물 소자에서의 Substrate의 온도조건에 관한 표면 특성을 확인하였다.

## 참고 문헌

- [1] J. M. Assour, J. Phys. Chem. 69, 2295, 1965.
- [2] P. H. Lippel, R. J. Wilson, M. D. Miller, Ch. Woll, and S. Chiang, Phys. Rev. Letts., 62, 171 (1989).
- [3] M. T. Robinson and G. E. Klein, J. Am. Chem. Soc., 74, 6294 (1952).
- [4] O. Berger, W. J. Fischer, J. Mat. Sci. 11 p.331 (2000).
- [5] A. W. Snow and W. R. Barger, in "Phthalocyanine. Properties and Applications"(VCH, New York) p.362 (1989).