

# 수용성 포토레지스트와 이를 이용한 유기 박막의 photolithography 공정 연구

김광현, 김건주, 유기성, 김태호, 송정근

동아대학교 전기전자컴퓨터공학부  
전화 : 051-200-6965 / 핸드폰 : 011-9502-1380

## Photolithography process investment of water soluble photoresist and Organic thin film by using it.

Kwang Hyun Kim, Gun Ju Kim, Ki Sung Ryu, Tae Ho Kim, Jung Kun Song

Division of Electrical & Electronics & Computer Engineering

Dong-A University

E-mail : ccolkap@hanmail.net

### Abstract

In this paper, we developed a new photolithography process which used a water-soluble photoresist instead of organic solvent soluble photoresist, defined pentacene thin film. And pentacene OTFTs were fabricated with the water-soluble photolithography process.

### I. 서론

유기 반도체는 OLED, OTFT 그리고 organic solar cell과 같은 광전자 디바이스에 널리 사용되어진다. 이는 여러 다양한 기능과 넓은 영역에서의 증착, 손쉬운 과정 등을 포함한 분자들의 합성에 기여하였다. 최근 이러한 유기 반도체를 활성층으로 사용하는 방법에 대해 활발히 연구가 진행중이다. 그러나, 유기 활성층은 유기용매에 취약하고 따라서 필름에 손상없이 현재의 포토리소 과정으로 패터닝하기 매우 어렵다. 현재의 유기활성층의 증착 방법을 살펴보면 첫번째로 웨도우 마스크를 이용하는 방법이 있는데 이는 현재 널리 쓰이고 있는 증착 방법이다. 그러나 이러한 방법은 마스

크의 유연성 때문에 좁은 선폭의 패터닝이 불가능하고 넓은 면적을 패터닝하기에 부적합하다. 두번째로는 2중층을 이용하여 유기활성층을 격리시키는 방법이다. 그러나 이러한 방법은 유기활성층 증착 후 2중층의 제거가 불가능하다는 단점이 생긴다. 그래서 이러한 단점들을 보완하고 미세패턴을 형성할 수 있는 방법이 필요하다.

본 논문에서, 우리는 기존의 유기용매에 녹는 포토레지스트를 이용한 패터닝 방법과 공정은 같으나 기존의 포토레지스트 대신 물에 녹는 포토레지스트를 이용하여 유기용매를 사용하지 않고 물로써 Develop을 하는 리소그래피 방법을 제안하였고, 이는 유기박막이 유기용매에 의한 손상 없이 패터닝이 될 것으로 보인다. 이러한 방법을 이용하여 펜타 센 OTFT를 제작하였으며 그에 대한 전압과 전류의 특성 파라미터를 구해보고 웨도우 마스크를 이용한 OTFT와 비교를 해보았다.

### II. 수용성 포토레지스트의 제작과 패턴 형성

#### 2.1 수용성포토레지스트의 제작

본 논문에서 제안한 방법에서 가장 중요하다고 할

수 있는 것이 물에 녹는 포토레지스트를 제작하는 것이다. 이러한 포토레지스트의 조건은 물에 녹을 수 있어야 하고 건조후 UV에 의해 패턴 형성이 되어야 하며 노광 이후 물로써 다시 Develop 이 되어야 한다. 이후 소자의 제작시 필요한 공정인 RIE(Reactive Ion Etching)공정 때문에 유기활성층보다 플라즈마에 강한 물질이어야 한다. 이러한 조건에 맞추어 물에 녹는 물질인 수용성 폴리머와 패턴 형성을 위한 자외선 흡수제와 이들을 녹이는 중합체를 섞어서 수용성 포토레지스터를 만들었다. 이러한 물질들은 표1에서 보이는 바와 같은 물질들 중, 그림1에 보이는바와 같은 phenyl ring 안에 친수성의 SO<sub>3</sub>H를 치환한 술포산염 중합체인 polyaniline을 수용성 폴리머로 정하였고, 자외선 경화제(UV-curing), NMP(N-methyl-2-pyrrolidinone), 부탄올(n-Butyl alcohol) 의 합성 형태로 레지스트를 제작하였다.

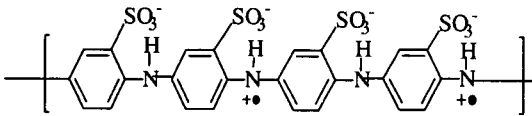


그림1. polyaniline 분자

2.2 패턴의 형성

일반 기판위에 수용성 포토레지스트를 스펀코팅 방법 1000rpm, 10sec 의 조건으로 도포를 하였으며, 이후 진공오븐에서 약 5분간 Baking을 하였다. 이후 10초간 노광을 한 후 물과 이소프로필 알콜로써 디벨링을 하였다. 이러한 공정을 거친 후 다양한 무늬의 실제 현미경 사진이 그림2에서 보여주고 있다.

이후 펜타센 OTFT에 응용을 위해 펜타센을 진공 증착한 기판위에 수용성 포토레지스터를 패터닝 하여 무늬를 형성하였고, 그림3에서 보이는 것과 같은

층 구분이 뚜렷이 보이는 것을 알 수 있었다. 그리고 이때 패턴의 끝 부분을 살펴보면 패턴의 형성이 매우 날카롭게 형성되어져서 일반 공정에도 충분히 적용이 가능하리라고 볼 수 있다. 이러한 공정에 의해서 약 2 μm의 선폭을 획득할 수 있었다.

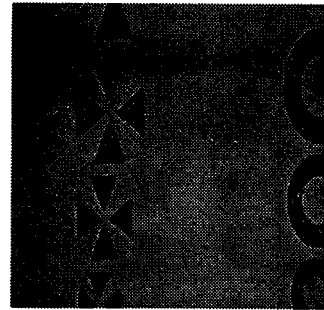
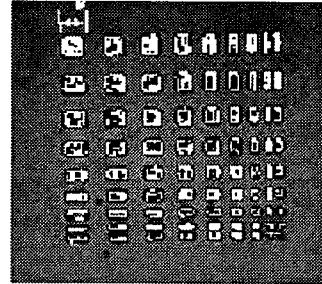


그림2. 실제 현미경 사진

표1 . 사용되어진 물질

Water soluble polymer	Solvent	UV-curing agent	Solution
Polyaniline PEDOT Polypyrrole PVA	N-methyl-2-pyrrolidinone(NMP) N-Butyl alcohol(BuOH) Etyl-cellosolve	Benzil dimethyl keta(Photoinitiator) Pentaerythritol triacrylate(Monomer) Urethane-acrylate(Oligomer)	H2O

FESEM자료에서 펜타센과 수용성 포토레지스트간의

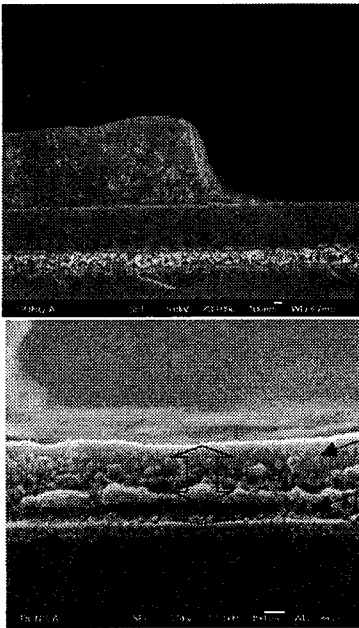


그림3. FESEM 사진

2.3 Pentacene TFT 제작 및 결과

위와 같이 수용성 포토레지스트의 제작 후 이를 이용하여 펜타센을 이용한 TFT를 제작하였다. 제작 과정을 보면 먼저 실리콘 위에 600Å의 산화막이 올라간 기판을 사용하고 그 위에 일반적인 패터닝 방법을 사용하여 전극을 올린 후 펜타센을 전체적으로 증착하였다. 그 후 제조한 수용성 포토레지스트를 스펀코팅하여 도포하고 형상화 과정을 거쳐서 채널 부분을 형성하였다. 이후 잔여 펜타센을 RIE로써 에칭하여 그림 4에서 보이는 것과 같은 최종의 펜타센 TFT를 제작하였다.

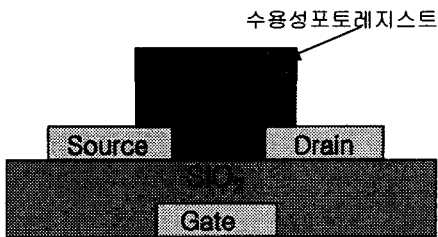


그림4. 펜타센 TFT 구조

소자의 제작후 측정은 HP4155로 하였으며, 그림5에서 보이는 것과 같은 특성이 나왔다.

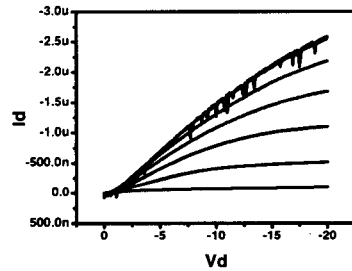
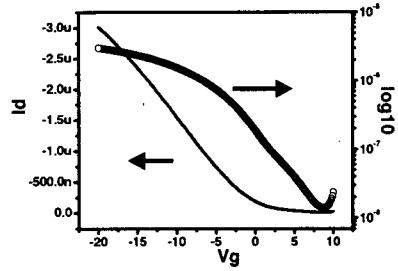


그림6. 펜타센 TFT의 특성

위에서 측정된 데이터를 바탕으로 표1에서 보이는 것과 같은 파라미터를 추출해 보았다. 웨도우 마스크를 이용한 OTFT와는 성능이 떨어지는 것을 알 수 있었으며 이는 수용성 포토레지스트, 플라즈마 등에 의해 펜타센이 영향을 받았음을 알 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서는 기존의 유기용제를 사용하여 Developer로 사용하는 포토리소그래피 공정을 사용하지 않고 물로써 Develop 하는 공정을 사용하여 유기박막 위에 직접 패터닝을 해보았으며 이를 이용하여 TFT를 제작 및 측정해 보았다. 유기 박막 위에 패터닝은 가능하였으나, OTFT의 제작후 여러 가지 문제점이 있는 것으로 드러났다. 가장 중요한 문제점은 사용되어진 물질의 전도성 및 비전도성의 문제로 유기활성층의 패터닝 재료로써는 비전도성의 물질이 필요하다는 것을 알 수 있었으며, 수용성 포토레지스트의 직접적인 유기 활성층에의 영향, RIE공정시 플라즈마에 의한 영향, Anecaling 효과 등의 문제점을 개선하면 성능에는 영향을 주지 않고 유기 활성층을 패터닝 하는데 새로운 방법으로 손색이 없을 것으로 보인다.

Acknowledgments

본 논문은 과학기술부의 21세기 프론티어연구개발 사

업인 차세대정보디스플레이 기술개발사업의 지원으로  
수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] H.Klauk, D.J.Gundlach, J.A.Nichols, and T.N. Jackson, IEEE Trans. Electro Devices, Vol-46, p1258, 1999.
- [2] J.H.Schon, Ch.Kloc, E. Bucher, and B. Batlogg, Nature, Vol-403, p408, 2000.
- [3] C.D.Dimitrakopoulos, B.K.Furman, T.Graham, S.Hedge, S.Purushothaman, Synth. Met., Vol-92, p47, 1998.
- [4] A.R.Brown, C.P.Jarret, D.M. de Leeuw, M.Matters, . Synth. Met., Vol-88, p37, 1997.
- [5] Y.Lin, D.J.Gundlach, S.F.Nelson, and T.N. Jackson, IEEE Elect. Dev. Lett., Vol-18, p606, 1997.
- [6] Marie.Angelopoulos, J.M.Shaw, Kam-Leung Lee Polymer Engineering And Science., Vol-32, No.20, p1535, 1992.
- [7] Marie.Angelopoulos, J.M.Shaw, Niranjan Patel, Nancy C. Labianca, Stepan A.Rishton J. Vac. Sci. Technol. B 11(6), 1993