

# 수용성 광리소그래피를 이용한 OTFT 공정에의 응용

김 광현, 이 명원, 허 영현, 김 강대, 송 정근, \*황 성범, \*\*김 용규  
동아대학교 전기전자컴퓨터공학과, \*경남정보대학교, \*\*거창기능대학교  
전화 : 051-200-6965 / 핸드폰 : 011-9502-1380

## The Application of OTFT Fabrication to use Water-Soluble Lithography Process

Kwang Hyun Kim, Myung Won Lee, Yong Xian Xu, Dae Kang Kim,  
Chung Kun Song, \*Sung Bum Hwang  
Dev.of Electrical & Electronics & Computer Eng., Dong-A University  
840 Hadan-donga, Saha-gu, Busan, 604-714, Korea  
iljime@smail.donga.ac.kr  
\*Dept. of Electronics Information Communication, Kyung-Nam College  
\*\*Keochang Polytechnic College

### 요약

본 논문에서는 수용성 포토레지스트를 이용하여 기존의 패턴 형성 방법을 대신하여 유기 활성층을 리소그래피할 수 있도록 하였으며 스펀코팅 방법을 사용하여 대면적 리소그래피를 가능하게 하고 포토 마스크를 사용하여 매우 작은 선폭의 패턴을 형성할 수 있도록 하였다. 그리고 이러한 방법을 이용하여 트랜지스터를 제작하였고 기존의 방법으로 제작한 트랜지스터의 특성과 비교를 해보았다.

### I. 서론

OTFT는 OLED, OTFT 그리고 organic solar cell과 같은 광전자 디바이스에 널리 사용되어진다.[1-3] 이는 여러 다양한 기능과 넓은 영역에서의 증착, 손쉬운 과정 등을 포함한 분자들의 합성에 기여하였다. 그러나, 유기박막은 유기용매에 취약하고 따라서 필름에 손상없이 현재의 포토리소 공정으로 패터닝하기 매우 어렵다. 그러므로, 대부분의 유기박막에는 웨도우 마스크를 이용하여 패턴을 형성한다. 그러나, 웨도우 마스크 패터닝은 마스크의 유연성 때문에 패턴에 원치 않는 형태를

만들고 높은 분해능을 요하는 패터닝 뿐만 아니라 넓은 영역의 적용에는 좋은 방법이 될 수 없다. 따라서, 유기박막에 좁은 선폭이 요구되는 넓은 영역의 구조에는 새로운 리소그래피 과정의 개발이 필요하다.

본 논문에서, 우리는 유기용매에 녹기쉬운 포토레지스트 대신 물에 녹는 포토레지스트를 이용하여 새로운 포토리소그래피 기법을 개발하였다. 그래서 유기박막에 유기용매에 의한 손상을 없었다. 그리고 펜타센 OTFT는 물에 녹기 쉬운 포토리소그래피 기법으로 제작되었다. 유기활성박막의 패터닝은 OTFT에서 매우 중요한데, 이는 활성층에 속박된 박막이 낮은 누설전류를 만들고, 결과적으로 큰 on/off 전류비를 생성하기 때문이다.

### II. 실험 및 결과

#### 2.1 기존의 유기활성층 증착 방법

그림1,2는 기존의 유기활성층의 증착 방법을 나타내고 있다. 그림 1과 같이 웨도우 마스크를 이용하면 마스크의 유연성 때문에 좁은 선폭의 패터닝이 불가능하고 넓은 면적을 패터닝하기에 부적합하다. 그리고 그림2와 같이 2중층을 이용하여

유기활성층을 격리시키는 방법은 유기활성층증착 후 2층층의 제거가 불가능하다는 단점이 생긴다. 그래서 이러한 단점들을 보완하고 미세패턴을 형성할 수 있는 방법이 필요하다.

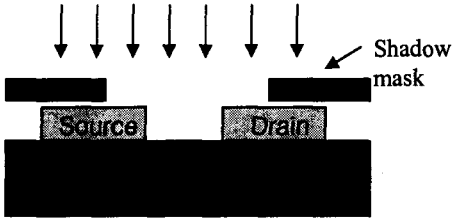


그림1. 웨도우 마스크를 이용한 증착

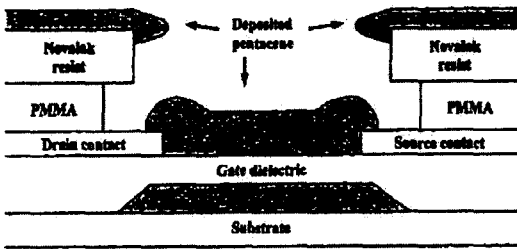


그림2. 2층층을 이용한 증착

포토레지스터를 만들었다. 그 후 펜타센을 진공증착한 기판위에 수용성 포토레지스터를 스펀코팅방법으로 도포를 하였다. 진공오븐에서 충분히 베이킹을 한 후 노광을 하였고 그림3과 같이 제작된 마스크로 패턴을 형성하였다.

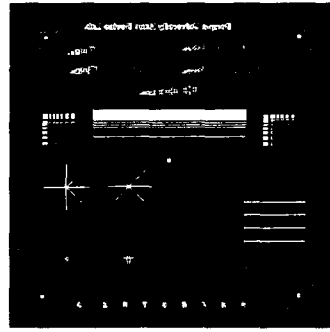


그림3. 사용되어진 마스크(1×1cm)

디벨럽은 물과 이소프로필 알콜을 사용하였고 이때 남아있는 수용성 포토레지스터의 두께를 측정 한 결과 1 $\mu$ m 정도의 두께를 보였으며 이는 충분히 포토레지스터의 역할을 할 수 있을 것으로 보였다. 이렇게 패터닝 된 형태들은 실 사진과 SEM 사진으로 시각의 수평면과 수직면을 살펴보았다.

2.2 실험 및 고찰

이러한 패턴 형성 공정으로 유기 용제에 녹는 표1. 사용되어진 물질

수용성 polymer	중합체	광경화제	Solution
Polyaniline	N-methyl-2-pyrrolidinone(NMP) N-Butyl alcohol(BuOH) Etyl-cellosolve	Benzil dimethyl keta(광 개시제) Pentaerythritol triacrylate(모노머) Urethane-acrylate(올리고머)	H <sub>2</sub> O
PEDOT			
Polypyrrole			
PVA			

포토레지스트를 사용하지 않고 물에 녹는 포토레지스트를 사용하는 방법을 사용하였다. 먼저 물에 녹는 재료를 선정하여 합성을 하였고, 합성된 수성 포토레지스터를 사용하여 펜타센 박막 위에 스펀코팅으로 도포를 하고 마스크를 사용하여 패터닝을 하고 물로써 리소그라피를 하여 최종의 패턴 형성을 하고 RIE로써 에칭을 하여 최종의 형태를 만들었다. 첫 번째로 물에 녹는 물질을 선정 하였다. 그에 대한 물질은 표1에 나타나 있다. 표1에서 나타나 있는 것과 같이 수용성 폴리머와 자외선 흡수제와 이들을 녹이는 중합체를 섞어서 수용성

그림4는 현미경으로 본 사진이고 그림5는 SEM으로 찍은 사진이다.

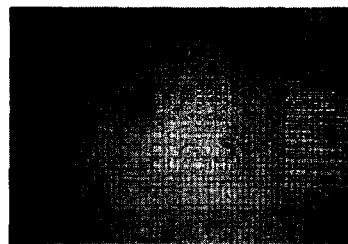


그림4. 펜타센위 패턴의 현미경 사진



그림5. 펜타센위 패턴의 SEM사진

여기서 각각의 패턴의 Edge부분을 보면 완전한 수직이 되지 않았음이 보이는데 이는 수용성 포토레지스트의 합성조건과 베이킹 및 노광조건에 적절한 변경으로써 수직에 가까운 형태를 획득할 수 있을 것으로 보인다. 현재까지의 실험 결과로 최소선폭 10 $\mu\text{m}$  이하의 패턴까지 획득하였다.

이와 같은 과정을 거쳐서 현재로써 수용성 폴리머중 가장 형태가 잘 나온 폴리에닐렌을 선정하고 이를 이용한 합성 용액을 주로 사용하였다. 다음으로 이렇게 선정되어 합성되어진 용액을 이용하여 실 소자를 만들어 보았으며 이는 그림 6과 같은 형태로 제작되었다. 먼저 실리콘 기판위에 소스와 드레인을 Au로 진공 증착하여 형성하였고 그 위에 전체적으로 펜타센을 증착하였으며 그 위에 합성된 수용성 포토레지스트를 스핀 코팅 한 후 리소그래피 과정을 거쳐 원하는 패턴을 형성한다. 이후에 잔존의 펜타센을 RIE로 에칭을 하여 최종의 소자를 만들어 보았다. 이 때 에칭시 합성된 수용성 포토레지스터가 펜타센보다 에칭율이 더 작은 것을 확인하였고 이는 충분히 에칭 과정에서 마스크 역할을 한다는 것을 알 수 있었다.

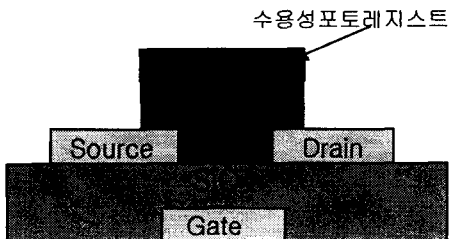


그림6. 수용성 포토레지스트를 이용한 소자

이와 같이 트랜지스터를 제작하여 측정을 해보았

다. 측정된 데이터는 그림 7에 나타나 있으며 현재까지 제작되어진 펜타센을 유기활성층으로 하는 트랜지스터와는 상당한 차이가 있는 것으로 보여진다. 이것은 수용성 포토레지스터의 도포시 펜타센에의 영향과 RIE로써의 에칭시 플라즈마가 펜타센 박막에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있고 이러한 사항은 각각의 경우 소자의 특성으로써 정확한 원인을 밝힐 수 있을 것이라고 생각되어질 수 있다. 그리고 수용성 포토레지스터는 수분 흡수가 매우 강하므로 충분한 건조가 필요할 것으로 예측된다.

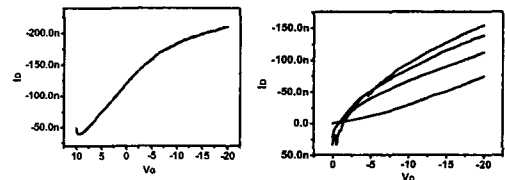


그림7. RIE에칭후 트랜지스터의 특성 곡선

### III. 결론

본 연구에서는 기존의 유기 활성층의 증착 방법에 있어서 가장 문제점이었던 대면적화와 고 정세화를 개선한 유기물 광리소그래피를 가능하게 하는 방법으로써 유기 활성층을 패턴 할 수 있다는 것이 가장 중요할 것이다. 그러나, 현재의 결과는 유기물의 리소그래피가 가능하다는 것이고 공정조건을 확립하여 미세패턴을 형성하는 조건을 확립하는 것이 중요하다. 더 나아가 실 소자를 제작하여 유기박막에 피해를 주지 않고 트랜지스터를 제작하는 것이 중요할 것이다.

### IV. 참고문헌

[1] H.Klauk, D.J.Gundlach, J.A.Nichols, and T.N. Jackson, "Pentacene organic thin-film transistors for circuit and display applications" IEEE Trans. Electro Devices, Vol-46, p1258, 1999.  
 [2] J.H.Schon, Ch.Kloc, E. Bucher, and B. Batlogg,

- "Efficient organic photovoltaic diodes based on doped pentacene" *Nature*, Vol-403, p408, 2000.
- [3] C.D.Dimitrakopoulos, B.K.Furman, T.Graham, S.Hedge, S.Purushothaman, "Field-effect transistors comprising molecular beam deposited,  $\alpha$ ,  $\omega$ -di-hexyl-hexathienylene and polymeric insulator" *Synth. Met.*, Vol-92, p47, 1998.
- [4] A.R.Brown, C.P.Jarret, D.M. de Leeuw, M.Matters, "Field-effect transistors made from solution-processed organic semiconductors" *Synth. Met.*, Vol-88, p37, 1997.
- [5] Y.Lin, D.J.Gundlach, S.F.Nelson, and T.N. Jackson, "Stacked pentacene layer organic thin-film transistors with improved characteristics" *IEEE Elect. Dev. Lett.*, Vol-18, p606, 1997.
- [6] Marie.Angelopoulos, J.M.Shaw, Kam-Leung Lee "Conducting Polymers as Lithographic Materials" *Polymer Engineering And Science.*, Vol-32, No.20, p1535, 1992.
- [7] Marie.Angelopoulos, J.M.Shaw, Niranjana Patel, Nancy C. Labianca, Stepan A.Rishton "Water soluble conducting polyanilines : Application in lithography" *J. Vac. Sci. Technol. B* 11(6), 1993.

본 논문은 과학기술부의 21세기 프론티어연구개발사업인 차세대정보디스플레이 기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.