

## 전기전도성 폴리피롤 필름의 Photolithographic Patterning

최명수, 송기태\*, 김영철\*\*, 김영준, 이준영

성균관대학교 섬유공학과, \*서강대학교 화학공학과, \*\*한국과학기술연구원  
정보재료소자연구센터

### Photolithographic Patterning of Electrically Conducting Polypyrrole Film

Myong Soo Choi, Kitae Song\*, Young Chul Kim\*\*, Young Jun Kim,  
Jun Young Lee

Department of Textile Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

\*Department of Chemical Engineering, Sogang University, Seoul, Korea

\*\*Polymer Materials Laboratory, KIST, Seoul, Korea

#### 1. 서 론

최근에 일반적인 고분자 재료의 특성을 보유하며 본질적으로 전기전도성을 띠는 고분자 재료들이 발견되어 이러한 고분자 재료의 응용에 대한 연구가 광범위하게 수행되어 왔으며, 특히 전기전자 산업의 급속한 발전으로 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 그 중에서도 본질적 전기전도성 고분자인 폴리피롤 (PPy)은 합성이 쉽고 전기전도도와 안정성이 우수하며, 좋은 기계적 특성과 전기적 안정성 그리고 광학특성을 가지고 있어서 여러 응용분야에서 연구가 진행되어 왔다[1,2]. 하지만 일반적으로 폴리피롤은 다른 공액이중결합 고분자와 같이 불용이며 불용으로 인하여 가공이 어려워 실질적인 실용성이 제한되어 왔다.

21세기 고도 정보 통신 사회의 구현에 발 맞추기 위해 더 많은 용량의 정보 저장, 더 빠른 정보 처리와 전송, 더 간편한 정보 통신망의 구축이 절실히 요구되고 있다. 이런 분야에서 전기전도성 고분자가 사용되기 위해서는 미세구조 제조방법에 의한 pattern의 형성이 필수적이다. 전기전도성 고분자의 patterning에 관한 연구는 현재까지 미미한 실정이며, 또한 현재까지 보고된 pattern 방법들은 여러 단계의 공정을 거치는 복잡한 방법들이다[3].

본 연구에서는 간단한 포토리소그래피를 이용하여 전기전도성 폴리피롤 pattern 필름을 제조하고 그 특성을 연구하였다.

#### 2. 실험

고분자 matrix로 사용되는 poly(vinyl alcohol) (PVA, 3 wt%)과 산화제로 사용되는 ferric p-toluenesulfonate (FTS)를 물에 녹인 용액을 유리판 위에 1000 ~ 1500 rpm으로 spin coating하여 산화제 필름을 제조하였다. photomask를 산화제 필름 위에

높고 intensity가  $10 \text{ mw/cm}^2$ 인  $365 \text{ nm}$ 의 UV를 3~10분 동안 조사하여 산화제를 pattern에 따라 분해하였다. UV에 의한 FTS의 분해는 UV 조사시간에 따른 FTS의 UV-VIS 스펙트럼의 흡수도 변화를 관찰하여 측정하였다. pattern된 산화제 필름을 피롤 단량체 기체에 노출하여 UV에 노광되지 않아 FTS가 분해되지 않은 부분에 폴리피롤을 중합함으로써 폴리피롤 pattern을 제조하였다. 산화제와 matrix 고분자의 조성비를 달리하여 제조된 폴리피롤 필름의 전기전도도 및 투명도를 FLUKE 73III Multimeter와 UV-VIS-NIR spectroscopy를 사용하여 측정하였다. 광학현미경과 AFM을 사용하여 필름표면형상 및 pattern형상을 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Figure 1에 보이듯이  $365 \text{ nm}$ 의 UV 조사시간에 따라 FTS가 흡수하는 파장인  $350 \text{ nm}$ 에서의 흡수도가 초기에 급격히 감소하다가 일정시간이 지나면 변화가 작아지는 것을 관찰하였다. 이는 이미 알려진 바와 같이  $\text{Fe}^{3+}$ 가 UV에 의해  $\text{Fe}^{2+}$ 로 변화되기 때문에 변화된  $\text{Fe}^{2+}$ 는 피롤 단량체를 산화시킬 수 없다[4]. FTS는  $10 \text{ mw/cm}^2$ 의 intensity를 가지는  $365 \text{ nm}$ 의 UV로 120초 동안 조사함에 의해 완전히 분해가 되는 것을 확인하였다.

위의 방법으로 제조된 폴리피롤 필름의 표면저항과  $600 \text{ nm}$ 에서의 투과율은 Figure 2에서 보듯이  $10^3 \sim 10^5 \Omega/\text{sq}$ 와  $50 \sim 90 \%$ 의 범위에 있어 비교적 우수한 특성을 나타내었다. 그리고 PVA에 대한 산화제의 함량이 증가함에 따라 폴리피롤 필름의 표면저항과 투과율은 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 산화제의 함량이 증가할수록 폴리피롤의 함량이 증가하기 때문이다. 광학현미경으로 관찰한 Figure 3의 사진형상에서 보듯이 UV에 의해서 분해되지 않은 부분에만 폴리피롤이 중합된 pattern 필름이 형성됨을 확인하였다. 본 연구에서 사용된 방법을 이용하여  $30 \mu\text{m}$ 이하의 선폭을 가지는 pattern을 성공적으로 얻을 수 있었으며, 전기전도성 부분과 전기절연부분의 표면저항 차이는  $10^{10} \Omega/\text{sq}$  이상으로 매우 높은 절연성을 나타내었다.

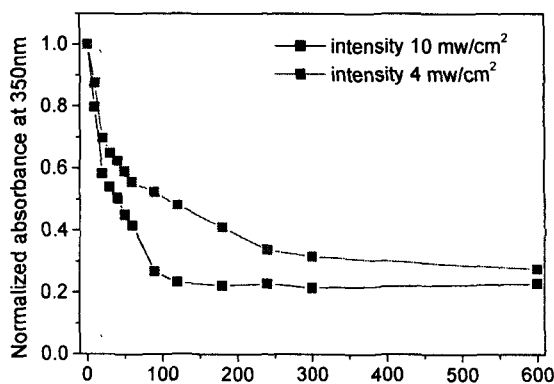


Figure 1. UV 조사시간에 따른 산화제의 흡수도 변화.

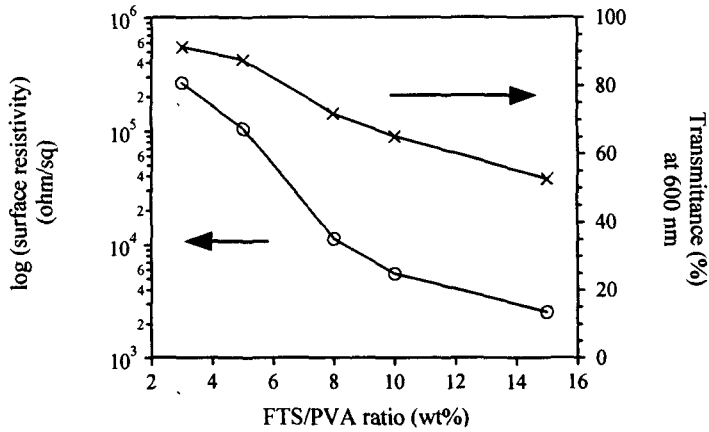


Figure 2. 산화제 농도 변화에 따른 폴리피롤 필름의 표면저항과 투과도 변화.

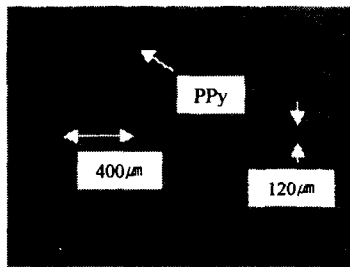


Figure 3. 폴리피롤 pattern의 광학현미경 사진.

#### 4. 결론

본 연구에서는 산화제를 UV에 의해 분해하는 간단한 포토리소그래피를 이용하여 30 μm이하의 선 폭을 가지는 우수한 특성의 폴리피롤 pattern을 성공적으로 얻을 수 있었다. 또한 그때의 폴리피롤 필름은 10<sup>3</sup> ~ 10<sup>5</sup> Ω/sq의 표면저항과 50 ~ 90 %의 투과율을 나타내었다. 본 연구에서 사용된 방법은 투명도 및 전기전도성이 좋은 poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT)의 patterning에도 적용할 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- 1) A. F. Dias, K. Kanazawa et al., J. Chem. Soc., Chem. Commun., 635 (1979).
- 2) G. B. Street, "Handbook of Conducting Polymers", Ed. by T. A. Skotheim, Vol. 1, p. 266, Marcel Dekker, N. Y. (1986).
- 3) T. Makela, S. Pienimaa, S. Jussila, H. Isotalo, Synth. Met., 101, 705 (1999).
- 4) J. Bargon et al., Synth. Met., 41-43, 1111 (1991).