

기상중합법에 의한 PEDOT 전도성 나노튜브의 제조

Fabrication of conducting PEDOT nanotubes using vapor deposition polymerization

이성은<sup>a</sup>, 정용수<sup>b</sup>, 오한준<sup>c</sup>, 지충수<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>\*국민대학교 신소재공학과, <sup>b</sup>KIMS, <sup>c</sup>한서대학교 신소재공학과

**초 록:** AAO 템플레이트 기공 안에 기상 중합 방식을 이용하여 Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) 전도성 나노 튜브를 제조하였다. PEDOT 나노튜브는 나노 단위의 직경과 마이크로 단위의 길이로 조절이 자유로우며 잘 정렬된 구조를 갖는다. PEDOT 나노 튜브의 전도도는 2000 S/cm로써 박막으로 제조된 것에 비해 향상되었으며, XPS, TEM, SEM와 SPM을 통해 형태 및 특성을 확인하였다.

1. 서론

$\pi$ -공역 구조를 갖는 전도성 고분자는 금속의 전기적, 자기적, 광학적 성질과 종래의 고분자의 기계적 성질을 동시에 가지는 물질로서 그 실용성 및 잠재적인 응용성으로 인하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 현재는 고집적화, 소형화, 대면적화 등의 이유로 새로운 기능을 부여하는 고기능성 재료의 설계 및 합성이 매우 중요한 과제로 대두되고 있다. 이러한 요구에 따라, 1차원 구조로 설계된 전도성 고분자 나노튜브는 높은 전도도와 열적 안정성, 넓은 표면적 때문에 유기 트랜지스터, 평판 디스플레이, 센서, 저장장치 분야로의 응용이 큰 관심을 받고 있다. 하지만 전도성 고분자의 1차원 나노 구조화는 고기능성과 응용성에 비해 합성이 쉽지 않은 단점이 있다. 본 연구에서는 기상중합 방식을 이용하여 기공형 AAO 템플레이트를 위에 PEDOT을 합성함으로써 잘 정렬된 1차원 구조를 갖는 PEDOT 나노 튜브를 제조한 후 향상된 특성을 확인하였다. [1-8]

2. 본론

본 실험에서 사용된 시편은 고순도 99.99 %의 알루미늄으로 두께가 300  $\mu\text{m}$ 인 판상형태이며 기공형 알루미늄 나노 템플레이트를 제조하기 위해 2단계 양극산화법을 이용하였다. 전처리 후 0°C의 0.1 M 인산용액에서 직류 180 V의 조건으로 양극산화를 하였고, 기공의 크기를 넓혀주기 위해 0.3 M 인산용액에 40분간 침지시켰다.

고분자 합성의 첫 단계로,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 을 Tetrahydrofuran에 용해시켜 10 w/w% 농도로 제조하고 이 산화제를 위와 같이 제조한 AAO 템플레이트 위에 도포 한 후 오븐에서 5 분간 60 °C로 건조했다. 산화제가 코팅된 템플레이트를 기체 상태의 자기조립형 단량체인 EDOT으로 포화된 기상중합 chamber에 넣어 산화제가 도포된 필름 표면에서 직접적으로 monomer를 접촉 시킴으로써 중합을 유도하고 전도성 고분자를 성장시켰다. 중합 반응이 완료되면, 반응하지 않고 남아있는 산화제, 단량체 그리고 불순물을 제거하기 위해 메탄올로 세척한 다음 60 °C에서 10분간 건조 하였다. 마지막으로, PEDOT nanotube 만을 남기기 위해 KOH에 3 분간 침지하여 AAO template를 제거하였다. 기상중합 법에 의한 PEDOT 전도성 나노튜브의 제조 모식도는 Fig. 1. 과 같다.

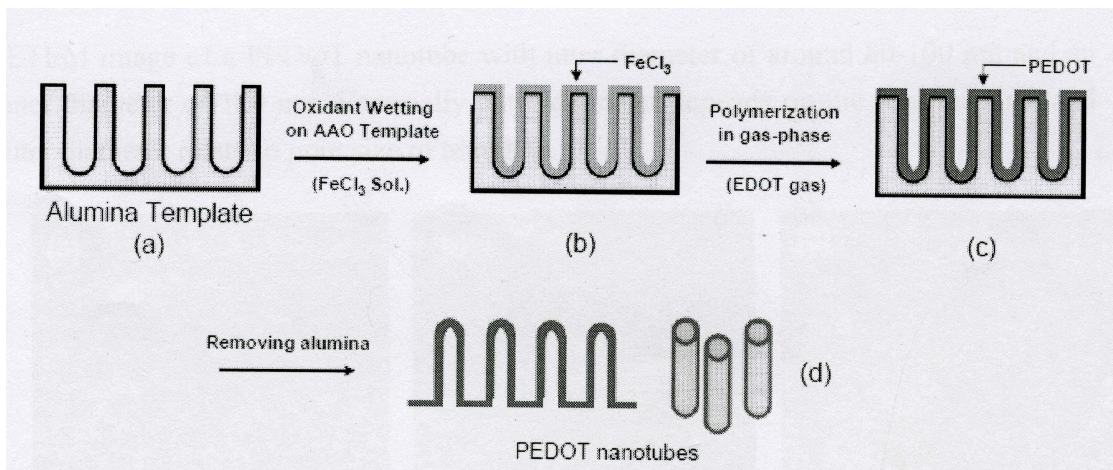


Fig. 1. Schematic diagram of the fabrication process

### 3. 결론

AAO 템플레이트를 이용하여 100 nm의 직경과 2-3  $\mu\text{m}$ 의 길이를 가지는 PEDOT 나노 튜브를 제조 하였다. Raman와 XPS 분석을 통해 확인된 화학구조는 623.8 nm에서 여기 현상이 일어남을 보였고,  $\text{C}_{1s}$ ,  $\text{S}_{2p}$ ,  $\text{O}_{1s}$  Peak의 Scan 결과에 따라 PEDOT nanotube의 구성성분을 확인하였다. 전기적인 특성은 이러한 성질을 기반으로 한 수많은 응용들 때문에 매우 중요한 요소이다.

I-V 특성은 PEDOT 나노 튜브의 전도도가 2000 S/cm로써 박막으로 제조된 것에 비해 향상된 결과를 뒷받침 해주며, 유기 소자와 센서로의 높은 응용 가능성을 보여주었다.

### 참고문헌

1. D. Normile, Science, 286(1999) 2056
2. J. Kong, N. R. Franklin, C. Zhou, M. G. Chapline, S. Peng, K. Cho, and H. Dai. Science, 287(2000) 622
3. R. H. Baughman, C. Cui, A. A. Zakhidov, Z. Iqbal, J. N. Barisci, G. M. Spinks, G. G. Wallace, A. Mazzoldi, D. De Rossi, A. G. Rinzler, O. Jaschinski, S. Roth, and M. Kertesz, Science, 284(1999) 1340
4. C. Liu, Y. Y. Fan, M. Liu, H. T. Cong, H. M. Cheng, and M. S. Dresselhaus, Science, 286(1999) 1127
5. S. A. Sapp, B. B. Lakshmi, and C. R. Martin, Adv, Mater., 11(1999) 402
6. R. C. Smith, W. M. Fischer, D. L. Gin, J. Am. Chem. Soc 119(1997) 4092
7. C. R. Martin, Accounts Chem. Res., 28 (1995) 61
8. M. Steinhart, Z. Jia, A.K. Schaper, R.B. Wehrspohn, U. Gösele and J.H. Wendorff, Adv. Mater., 15(2003) 706