

반응성 잉크젯 프린팅에 의한 기능성 표면 패턴 제작 Formulation of Functional Surface Patterning by Reactive Inkjet Printing

*조용민¹, 인인식², 강현아², 박성준³

*Y. M. Jo¹, I. S. In², H. A. Kang², #S. -J. Park(park@cjnu.ac.kr)³

¹충주대학교 기계공학과 대학원, ²충주대학교 나노고분자학과, ³충주대학교 기계공학과

Key words : Inkjet printing, Self-Assembled Monolayer(SAM), Reactive

1. 서론

기존의 패턴 형성 방법은 리소그래피(lithography) 공정이 일반적이지만, 공정의 어려움과 생산 비용이 많이 발생하게 되어 새로운 패턴 형성 방법의 구현이 요구되고 있다. 현재 리소그래피 공정을 대체하기 위해 다양한 기술들이 개발되고 있으며, 그 중의 하나로 제안되고 있는 기술이 잉크젯 프린팅 기술이다 [1]. 잉크젯은 마이크로 미터 단위의 위치 정밀도로 피코 리터 단위의 정확한 잉크 양을 토출시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 잉크젯 프린팅 기술은 직접적으로 표면에 배선을 이루기 때문에 환경오염 및 공정 비용이 기존의 증착, 식각 방식에 비해 현저하게 낮아진다.

친환경적인 잉크젯 프린팅 기술을 활용하여 차세대 탄소 나노소재인 그래핀(graphene) 패턴 제작을 다양한 방법으로 시도하고 있다. 하지만 위 연구에서는 잉크젯 프린팅과정에서 그래핀 입자에 의한 막힘현상으로 인하여 효율적인 프린팅이 이루어지지 못한다는 제약이 있었다. 이를 극복하기 위하여 본 연구에서는 표면에 친수성-소수성 패턴을 제작하고 이를 사용하여 그래핀 패턴을 제작하는 방법을 시도하였다. 기존의 잉크와 달리 잉크젯 프린팅 과정에서 표면과 즉시 공유결합 하는 ‘반응성 잉크’의 사용을 고려하였다. 특히, 화학분야에서 표면 개질을 위하여 일반적으로 사용되는 자기조립단분자막(Self-Assembled Monolayer : SAM)방법은 단순한 코팅이 아닌 화학적 결합을 통해서 화학적, 물리적 으로 안정적인 표면 개질을 용이하게 할 수 있다는 장점을

가지고 있다 [2,3].

따라서 본 연구에서는, 이 점을 착안하여 자기조립단분자를 유기 용매에 녹인 ‘반응성 잉크’를 제작하고 프린팅하여 단순한 구조적 패턴이 아닌 화학적 패턴 제작을 시도하고 이를 활용하여 그래핀 패턴을 구현하였다.

2. 잉크

본 실험에서 사용된 잉크 제작을 위하여 자기조립단분자막 제작에 일반적으로 사용되는 OTS(octadecyltrichlorosilane) 0.01ml 를 헥산(hexane) 50ml 에 혼합하였다. OTS 는 긴 알킬 사슬과 말단에 반응성 클로로 실란(chlorosilane : Si-Cl)그룹을 가지고 있어서 실리콘, 유리 기판 등의 표면에 존재하는 실라놀 그룹(silanol groups : Si-OH)과 손쉽게 반응하여 화학적으로 기판 표면을 개질할 수 있는 물질이다. 표면과 반응 후 긴 알킬 사슬에 의하여 OTS 를 떨어뜨린 표면은 소수성을 보이게 되며 물방울 이 잘 맺히지 않는 특성이 있다.

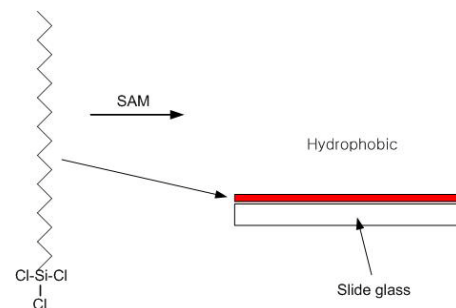


Fig. 1 Surface hydrophobic pattern

3. 친수성-소수성 패턴 제작

원하는 대로 정교하게 표면을 잉크젯과 자기조립단분자막을 이용하여 패턴 제작을 하였다. 자기조립단분자막은 유기물이 기판 표면에 흡착됨과 동시에 분자들끼리의 상호작용에 따른 조립체를 형성함으로써 만들어진다. 자기조립단분자막을 통해 친수성-소수성 표면의 성질을 쉽게 바꿀 수 있다.

잉크젯 프린팅 기술에서 주의해야 할 점은 잉크의 점도, 표면 장력, 토출 속도 등을 고려해야 한다. 토출 조건들을 만족시키지 못할 경우 잘못된 토출과 패턴의 기포, 위성 액적 등이 생기는 것을 확인할 수 있다.

유리 기판에 패턴링을 하였으며, 기판의 온도를 60℃로 가열하여 빠르게 잉크가 증발될 수 있도록 유도했다. 핵산은 상온에서 휘발하는 성질이 있기 때문에 노즐이 쉽게 말라 버리는 현상이 발생한다. 25℃에서 액적 토출을 진행하였으며, 20V의 전압으로 실험하였다. 친수성-소수성 패턴링을 한 후 잔존하는 핵산을 증발시켜 OTS 만 남기기 위해 150℃로 10분간 추가 가열을 하였다. Fig. 2은 자기조립단분자막을 이용한 유리 기판 표면의 패턴이다.

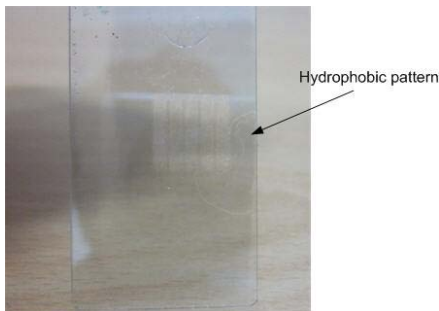


Fig. 2 Hydrophobic pattern on a slide glass

4. 그래핀 패턴 제작

앞서 제작된 친수성-소수성 패턴을 사용하여 탄소 나노소재로 최근 각광받고 있는 그래핀 패턴 제작을 시도하였다. Fig. 3은 그래핀은 전구체 물질로서 친수성 물질인 그래핀 산화를 사용하였다. Fig. 2의 친수성-소수성 패

턴에 그래핀 산화 수용액 디핑작업을 진행하였다. 그래핀 산화 수용액은 친수성 영역에 잔존하며, 결과적으로 용매 건조 후 친수성 영역에서만 그래핀 산화 수용액이 자리잡게 된다.

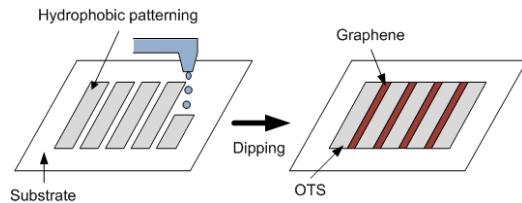


Fig. 3 Hydrophobic patterning using inkjet and graphene dipping

4. 결론

본 연구에서는 자기조립단분자막을 손쉽게 형성할 수 있는 반응성 잉크를 사용하여 구조적 패턴이 아닌 화학적 패턴 제작을 수행하였다. 특히, OTS를 사용하여 잉크젯 프린팅을 경우 손쉽게 친수성-소수성 패턴을 제작할 수 있었고 이를 활용하여 그래핀 패턴 제작을 시도하였다.

후기

본 연구는 지식경제부가 지원하는 충주대학교 지역혁신센터(RIC)의 지원에 의해서 수행되었습니다.

참고문헌

1. Lee, H. H., Chou, K. S., Huang, K. C., "Inkjet Printing of Nanosized Silver Colloids," *Nanotechnology*, **16**, 2436~2441, 2005.
2. Lim, S. Y., Lee, D. J., Oh, J. H., "Effect of Plasma Surface Treatment on the Resolution of Inkjet-printed Fine Patterns," *The Korea Society of Mechanical Engineers*, 239~244, 2008.
3. Shin, D. Y., "Fabrication of a Circuit Board with Inkjet Printing and Self-patterning Technique," *The Korean Society of Mechanical Engineers Spring Autumn Symposium*, 3066~3068, 2009.