

# 나노임프린트 리소그래피를 이용한 유기소자용 전극형성에 관한 연구

\*이종화, 홍성훈, 이 현  
고려대학교 신소재공학과

## Electrode formation for organic device using nanoimprint lithography

Jong-Hwa Lee, Sung-Hoom Hong, Heon Lee  
Dept. of material science and engineering, Korea Univ.

Key words : nanoimprint lithography(NIL), polyethylene-terephthalate(PET)

### 1. 서론

고분자는 유연성, 투명성 등에 뛰어난 성질을 갖기 때문에 polymer-electronic devices, biomedical devices, flexible displays(LED, OLED)등 소자의 기관으로 사용하기에 유리하다[1]. 이 고분자 기관에 패터닝 기술을 이용하여 수십 nm에서 수  $\mu\text{m}$  크기의 패턴을 대면적에 걸쳐 형성시킬 수 있다[2].

또한 낮은 공정단가와 높은 생산량을 위한 리소그래피의 요건을 갖추어야 IC circuit의 대량생산에 적합할 것이다. Deep-UV photolithography의 경우 100nm 크기 이하의 패터닝이 가능하지만 복잡하고 생산량이 적으며 공정설비의 단가가 매우 크다. 그리고 평평한 semiconductor wafer에만 공정이 가능하므로 flexible polymer film과 같은 wafer가 아닌 기관에 공정이 가능한 기술이 필요하게 된다.

Nanoimprint lithography의 경우 photolithography의 경우와 다르게 초점을 맞추는 필요가 없으므로 구면이고 구부러지는 기관에 공정을 할 수 있다.

Nanoimprint lithography란 몰드 표면의 구조를 물리적으로 thermal plastic 또는 photocurable liquid를 통해 전사시키는 방법으로 최근에 차세대 lithography 기술로 각광받고 있다[3].

### 2. 실험 과정

이 실험에서 사용한 stamp는 2 $\mu\text{m}$ 의 diameter와 300nm의 깊이를 갖는 것으로 quartz에 deep-UV lithography와 RIE로 제작하였다. Fig. 1(a)

이 stamp에 imprint 후 기관과 분리를 쉽게 이루어지게 하기 위해 hydrophobic SAM(self-assembled monolayer) coating이라는 이형처리를 해주었다. 이 SAM coating은 releasing 물질인 (heptadecafluoro-1,1,2,2-tetra-hydrodecyl) trichlorosilane,  $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{-SiCl}_3$  단분자층을 액체상에서 자기정렬(self-assembled)로 표면에 형성시키는 것이다[4]. Fig. 1(b)는 SAM coating 전과 후에 물방울을 떨어뜨려 각도를 측정 한 사진으로 SAM coating 후의 경우 약 135°정도로 측정되었다.

Imprinting에 사용한 resin은 Micro resist사의 thermoplastic 계열인 mr-I 7020E이다. 이 resin은 NIL을 위해 만들어진 것으로 60°C의 낮은  $T_g$ (glass transition temperature)를 가지며, 다양한 두께의 조절이 용이하고, 높은 etch resistance를 갖는 장점이 있다.

전체 실험공정은 Fig. 2에 나타내었다.

우선 PET 기관 위에 metal sputter를 이용하여 Al을 50nm의 두께로 균일하게 증착시켰다. 이후 Al이 coating된 PET 기관 위에 imprinting resin을 약 7000rpm으로 spin coating하여 약 200nm의 두께로 coating한 후 140°C의 온도와 40bar의 압력으로 4분간 누른 후 50°C까지 cooling하여 stamp와 기관을 분리해주었다. Fig. 3

PET 기관의 경우 잔여층의 두께를 알기 힘들기 때문에 Si 기관에 동일한 조건으로 imprinting 실험을 진행한 결과 Fig.

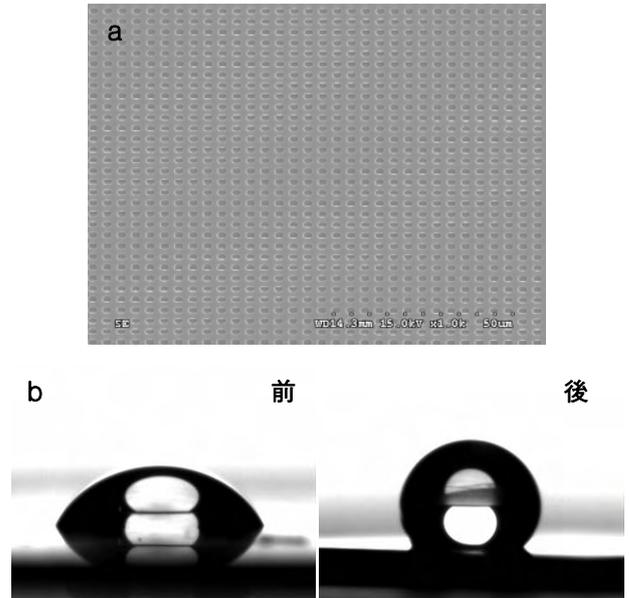


Fig. 1 (a) stamp (b) contact angle before and after SAM coating

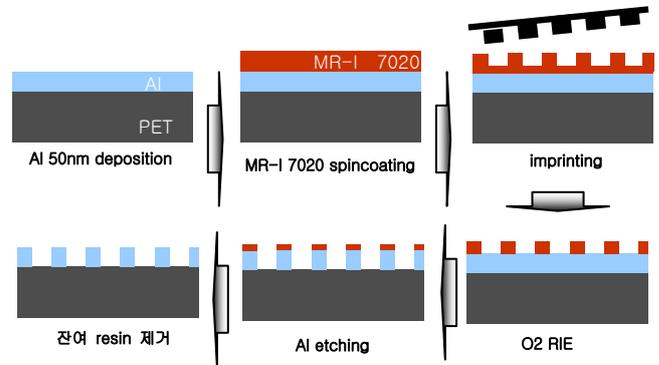


Fig.2 Nanoimprint lithography process flow

4(a)와 같이 잔여층이 약 80nm정도 남았고, 이를  $\text{O}_2$ ; 40sccm, 압력; 50mTorr, 그리고 power; 150W의 조건으로  $\text{O}_2$  RIE 처리를 해주어 잔여층이 모두 제거되었음을 확인하였다. Fig. 4(b)

### 3. 제목

Fig. 5(b)는 Al coating된 PET에 형성된 고분자 패턴으로 Fig. 5(a)의 stamp 패턴과 반대모양으로 전사되었음을 알 수 있다. Fig. 5(c)는  $\text{O}_2$  RIE를 통해 잔여층을 제거한 후 점 모양의 고분자 패턴을 mask로 이용하여 Al을 식각한 SEM 사진이다. 이때  $\text{Cl}$ ; 20sccm, 압력; 2mTorr, 시간; 30초의 조건으로 50nm의 높이만큼 식각할 수 있었다.

그 후 Al 패턴위에 남은 잔여 고분자를 제거해주어 flexible polymer 기관에 금속패턴을 형성하였다.

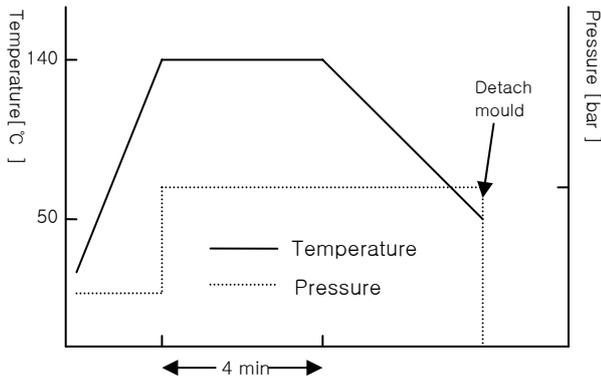


Fig. 3 process cycle

참고문헌

1. Michael C. McAlpinem, Robin S. Friedman, Charles M. Lieber, "Nanoimprint Lithography for Jybrid Plastic Electronics", NanoLetters 3(2003) pp 443-445
2. Wen-chang Liao, Steve Lien-Chung Hwu, Sheng-Yuan Chu, Po-ching Kau, "Imprint lithography for flexible transparent plastic substrates", Microelectronic Engineering 75 (2004) 145-148
3. kanghun Moon, Banglim Choi, In-Sung Park, Sunghun Hong, Kihyun Yang, Heon Lee, Jinho Ahn, "Novel hybrid mask mold for combined nanoimprint and photolithography technique", Microelectronic Engineering 83 (2006) 889-892
4. Heon LEE, Gun-Young JUNG, "UV Curing Nanoimprint Lithography for Uniform Layers and Minimized Residual Layers", Japanese Journal of Applied Physics Vol. 43, No. 12, 2004, pp. 8369-8373
5. Heon Lee, Sunghoon Hong, Kiyeon Yang, Kyungwoo Choi, "Fabrication of nano-sized resist patterns on flexible plastic film using thermal curing nano-imprint lithography", Microelectronic Engineering 83 (2006) 323-327

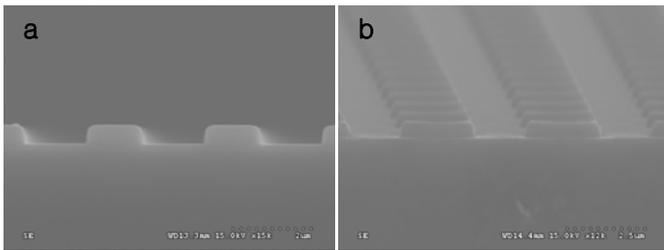


Fig. 4 (a) residue after imprinting (b) zero residue after O2 RIE

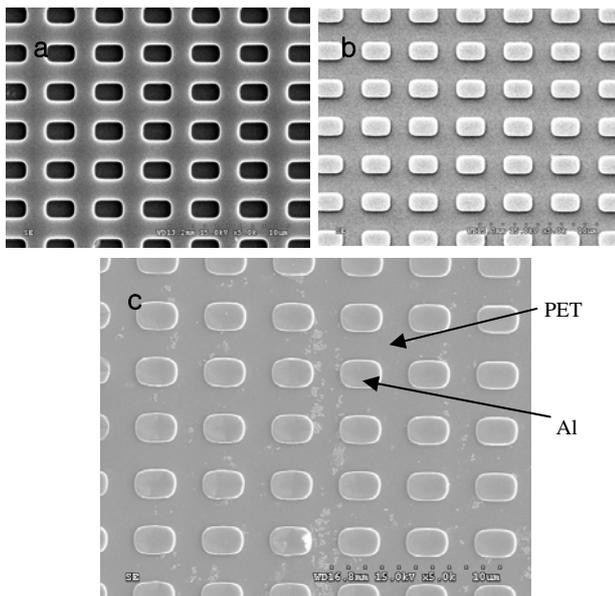


Fig. 5 Imprint patterns for the Al etching (a) stamp (b) original imprint pattern (c) Al pattern after etching

이 실험을 통해 flexible 고분자 기판에 direct etching 방법으로 금속 패턴을 형성시킬 수 있었고, 나노임프린트 방법을 이용하여 더 작은 크기의 패턴닝이 가능하므로 더 작은 크기의 금속패턴 제작공정의 가능성도 확인하였다.

후기

본 연구는 산업자원부의 광주지역 첨단부품소재 인프라 구축사업과 21세기 프론티어 연구 개발 사업인 나노 메카트로닉스 기술 개발사업단의 연구비 지원을 받아 수행하였습니다.