

소프트 리소그래피를 응용한 잉크젯 미세 전극 형성 High-resolution inkjet-printed conductive pattern assisted by soft lithography

*성지수¹, #오제훈¹

*Jisu Sung¹, #Je Hoon Oh (jehoon@hanyang.ac.kr)¹

¹한양대학교 기계설계·메카트로닉스공학과

Key words : Inkejt printing, Soft lithography, PDMS stamp, wettability

1. 서론

최근 포토리소그래피 공정을 대체 할 수 있는 신 공정 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 단순한 제조 공정 및 유연 기판에 직접 패터닝 할 수 있다는 장점을 가지고 있는 잉크젯 인쇄 기술 (Inkjet printing technology) 이 유연 디스플레이 산업을 위한 차세대 기술로서 각광 받고 있다. [1]

하지만 잉크젯 인쇄 기술을 응용 시 고 해상도의 전극 패턴을 형성하기 위하여 잉크젯 노즐 사이즈 축소 시 발생하는 노즐의 클로깅 (Clogging) 문제, 기판의 소수성 표면 처리시의 잉크의 유동학적 불안정성 등으로 인하여 한계점을 보여주고 있다. [2]

본 연구에서는 최근 수 나노미터의 미세 패턴이 구현이 가능한 기술로서 각광 받고 있는 소프트 리소그래피 기술 [3-4] 을 응용한 상이한 젖음성 (wettability) 표면을 가지는 구조를 형성하여 고 해상도의 전극 패턴을 형성 하는 방법을 제시한다. (poly)dimethyl siloxane (PDMS) stamp 를 사용한 나노 임프린트 (nano-imprint) 수행 시의 압력, 시간에 따른 결과 및 구조물의 상이한 젖음성을 위한 UV 처리 시간의 영향을 체계적으로 분석하였다. 또한 열 소결 과정을 통하여 패턴의 비저항 측정이 이루어졌다.

2. 실험 과정

Fig. 1 은 고 해상도의 패턴 제작을 위한 공정 단계를 보여준다. 캐스팅된 PDMS stamp를 이용하여 스핀 코팅된 SU-8 용액을 나노 임프린트 공정을 이용하여 stamp의 각인되어 있는 패턴을 전사 시킨다. 이후 임프린트 된 SU-8 구조물에 UV 처리를 통하여 소수성 표면을 형성 시킨다. 그 위에 낮은 표면 에너지를 가

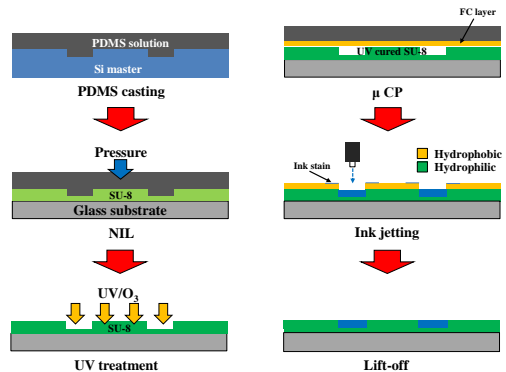


Fig.1 Fabrication process for high-resolution conductive pattern

지고 있는 FC 필름을 마이크로 콘택 프린팅 (micro-contact printing) 기술을 통하여 전사 시킨다. 잉크젯 프린팅 공정은 MicroFab 사의 30 um 노즐 및 Harima 사의 은 나노 입자를 함유하고 있는 잉크가 사용되었다. 잉크젯 프린팅 후 생성되어 FC film 에 잔여 하고 있는 잉크 흔적을 제거하기 위하여 리프트 오프 (Lift-off) 공정이 사용되었다. 마지막으로 잉크 입자 성장을 통한 전도성 패턴을 구현 하기 위하여 열 소결 (Thermal sintering) 작업을 진행하였다.

3. 결과

열가소성 및 광 반응성의 특성을 가지고 있는 SU-8 은 UV 파장에 의하여 경화가 진행되며 화학적 반응으로 인하여 친수성의 표면으로 변화된다. 이에 따라서 임프린트된 SU-8 구조물을 UV 처리 시간에 따라서 표면의 접촉각 측정 실험을 수행하였으며 그 결과를 Fig. 2 에서 나타내고 있다. 약 5 분의 UV 처리시간은 낮은 접촉각 측정값을 보여주었으며 이는 친수성 표면으로서 적합함을 나타낸다. 장시간

의 UV 처리 시간은 더욱 낮은 접촉각 결과를 보여주었지만 화학적 반응으로 인한 SU-8 structure 와 기간간의 접합 강도의 약화로 인하여 공정 조건으로서 사용될 수 없음을 보여주었다.

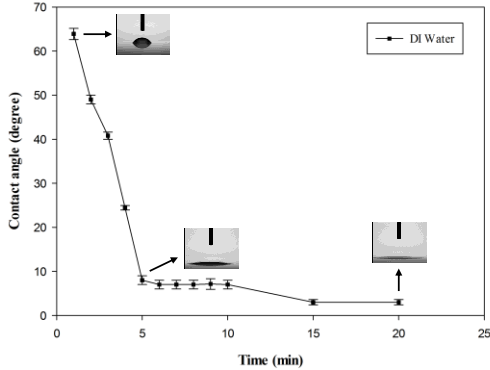


Fig. 2 Variation of wettability of SU-8 surface by UV treatment time

이 후 FC 필름을 전사 시켜 약 104° 의 상이한 젖음성을 가지는 패턴에 잉크젯 프린팅을 수행하였으며 Fig. 3 는 리프트 오프, 열 소결 과정을 거친 후의 고 해상도의 전극 패턴 형성의 결과를 보여준다.

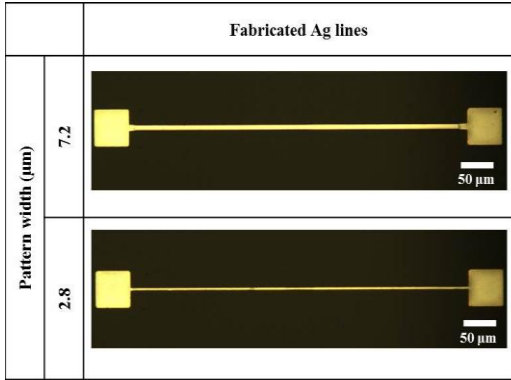


Fig.3 Fabricated Ag lines

이 후 라인 양쪽에 위치한 패드 영역에 프로브 팁을 접촉 시켜 저항을 측정 하고 3D 프로파일러를 이용한 두께 측정 결과, 7.2 um 의 선 폭을 가지는 라인에서는 9.4 uΩ·cm, 2.8 um 의 라인에서는 7.3 uΩ·cm 의 비저항 결과가 산출되었다.

4. 결론

본 연구에서는 소프트 리소그래피 기술을 응용한 고해상도의 잉크젯 전극 패턴을 형성하는 방법이 제시 되었다. 소프트 리소그래피를 이용하여 상이한 젖음성을 가지는 미세 패턴을 형성 하였으며 이는 잉크젯 프린팅을 통한 고 해상도의 전극 패턴을 형성 하는데 기여할 수 있음을 확인하였다. 최종 비저항 측정 결과를 통하여 전도성 패턴으로 사용할 수 있음을 확인 하였으며 본 연구가 다양한 소재 제작을 위하여 응용 될 수 있음을 보여주었다.

참고문헌

1. H. Sirringhaus, T. Kawase, R.H. Friend, T. Shimoda, M. Inbasekaran, W. Wu, E.P. Woo, "High-resolution Inkjet Printing of All-polymer Transistor Circuits" Science, 290, 2123, 2000
2. B.J. Kang, J.H. Oh, "Geometrical characterization of inkjet-printed conductive lines of nanosilver suspensions on a polymer substrate" Thin Solid Films, 518, 2890, 2010
3. S.Y. Chou, P.R. Krauss, P.J. Renstrom, "Imprint of sub 25 nm vias and trenches in polymers" Applied Physics Letters, 67, 3114, 1995.
4. M. Mrksich, G.M. Whitesides, "Patterning self-assembled monolayers using microcontact printing: a new technology for biosensors?" TIBTECH, 13, 228, 1995.