

나노 마이크로 복합구조물을 지닌 바이오칩의 성형 마스터 복제 및 사출 성형에 관한 연구

A Study on the Replica Technique and Injection Molding Process for Fabrication of biochip with Hybrid Patterns

*이관희¹, 윤재성², #유영은², 김선경¹, 최두선²

*K.H.Lee¹, J.S.Yoon², #Y.E.Yoo²(yeyoo@kimm.re.kr), S.K.Kim¹, D.S.Choi²

¹ 서울산업대학교 나노아이티 공학과, ²한국기계연구원 나노기계연구본부

Key words : Replica, Ni-Stamper, Bio-chip, Injection mold

1. 서론

최근 다양한 분야에서 나노 기술에 관한 연구가 진행 중이며 이를 적용하여 새로운 기능의 제품 개발[1]이 활발히 이루어지고 있다. 이런 나노 기술이 적용된 플라스틱 제품 개발은 사출 성형 공정을 이용하여 제작되어지며 이미 CD, DVD 및 Blue-ray disk[2] 등과 같은 광학 저장 매체의 생산에 성공하였다. 이런 나노 패턴을 지닌 제품을 사출 성형하기 위해서는 성형 공정뿐만 아니라 패턴의 형상을 지닌 스탬퍼의 제작이 매우 중요하게 여겨진다. 이러한 나노 패턴을 지닌 스탬퍼는 E-beam lithography[3][4], X-ray lithography[5] 등의 공정으로 제작되어 진다. 그러나 이러한 제작 방법은 공정이 복잡하며 제작시간이 길고 가격이 비싼 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 스탬퍼 제작의 단점을 개선하기 위하여 실리콘 마스터를 이용한 스탬퍼의 복제 및 이를 이용한 사출 성형에 관한 연구를 수행하였다.

2. 실리콘 마스터

앞에서 언급한 바와 같이 사출 성형을 위한 스탬퍼 복제를 위하여 실리콘 위에 나노 패턴과 마이크로 패턴의 구조물을 지닌 바이오 칩 마스터를 제작하였다. 제작 공정은 e-beam lithography 공정을 이용하여 나노 채널을 제작한 후 optical-lithography 공정을 이용하여 마이크로 채널 및 구조물을 제작하였다. Figure. 1은 제작 되어진 실리콘 마스터의 형상 및 치수를 나타낸다.

3. Ni-Stamper 복제

제작된 실리콘 마스터를 이용하여 위에서 언급한 스탬퍼 제작의 단점을 개선하기 위해 스탬퍼 복제 공정에 관한 연구를 수행하였다. Figure. 2는 스탬퍼 복제 및 사출 성형에 관한 본 연구의 공정 순서도를 나타냈다. 그림에서 보듯 제작된 실리콘 마스터를

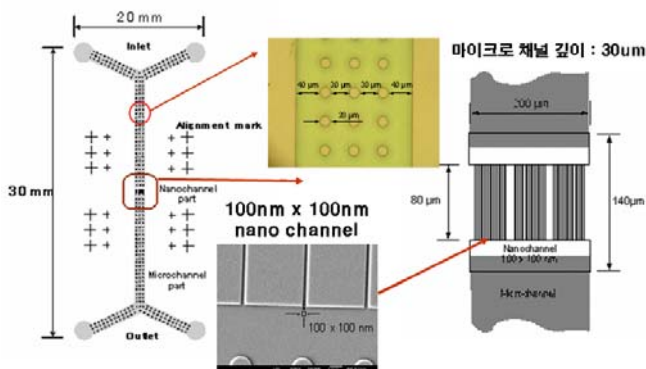


Figure. 1 Pattern size and array

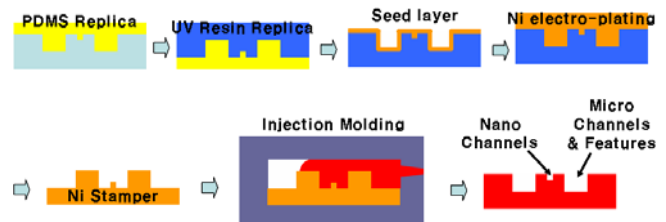


Fig.2 Schematic of replica technique and injection mold process

이용하여 다수의 스탬퍼 제작이 가능하도록 공정이 진행되었다. 첫 번째 단계로, 우선 스탬퍼 복제 공정을 위하여 실리콘 기판에 PDMS (Dowcoming, Corp)를 이용하여 실리콘 마스터를 복제하였다. 복제 공정은 Syllgard 184와 경화제를 10:1로 혼합한 후 실리콘 마스터에 도포 후 기포 제거를 위하여 약 30분간 챔버에서 진공 처리 한 후 Hot plate에서 90℃로 2시간 동안 경화함으로써 PDMS 몰드를 제작하였다. 두 번째 단계는 제작된 유연(flexible) 몰드를 이용하여 UV resin (LGS, Corp)을 4inch PMMA시편 위에 도포하여 Minua Tech MT-GJ50 UV 경화기에서 경화 처리 후 실리콘 마스터와 같은 상의 나노 마이크로 패턴을 지닌 구조물을 성형하였다. 세 번째 단계는 제작되어진 UV 복제 구조물을 전기 도금하기 위하여 E-beam evaporator (A-Tech SYSTEM)를 이용하여 40 nano의 두께로 니켈 박막을 증착하였다. 마지막으로

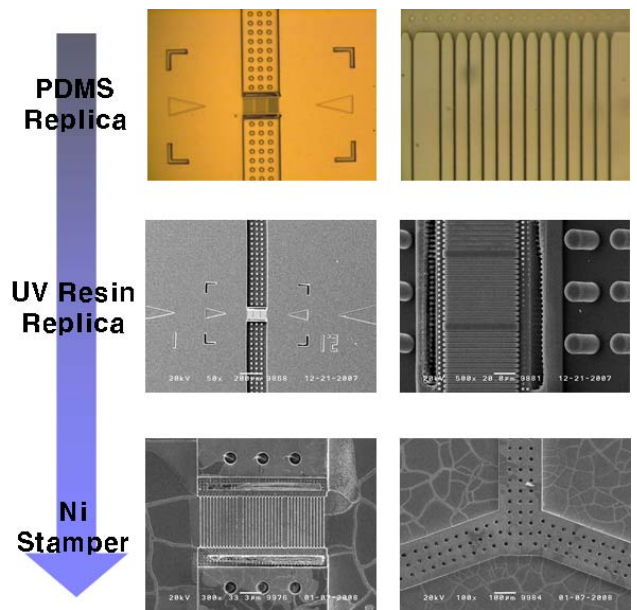


Figure.3 Various replica image using the optical microscope and SEM

제작되어진 패턴 구조물을 이용하여 전기도금을 함으로써, 니켈 스템퍼를 제작하였다. Figure.3은 각 공정에 의해 제작된 나노 마이크로 패턴의 구조물을 광학 현미경 (Olympus. Corp) 및 SEM (TOPCON. Corp)을 이용하여 측정된 형상을 나타내었다.

4. Ni-stamper를 이용한 사출 성형

제작되어진 나노 마이크로 구조물의 Ni-Stamper를 이용하여 사출 성형을 수행하였다. 성형에 사용된 사출성형기는 스미토모 (Sumitomo. Corp)의 전동식 사출 성형기 SE50D를 사용하였으며 사양은 클램프력 최대 50 Ton, 최대 사출압력 2800 Kg/cm², 최대 사출속도 500mm/s이며 사용된 수지는 Mitsubishi의 유퍼론 Polycarbonate를 사용하였다. 또한 전사성을 우수하게 하기 위해 전기 히팅 금형[5]을 이용하여 금형의 온도를 고온에서 성형하였다. Figure. 4는 사출 성형된 나노 마이크로 패턴의 형상을 나타내었으며 최적 성형 조건을 확인하기 위해 앞으로 다양한 성형 실험이 수행될 예정이다.

5. 결론

본 연구에서는 나노 마이크로 구조물을 지닌 다양한 디바이스의 사출성형을 위해 핵심 요소인 스템퍼의 제작시간과 비용 등의 단점을 극복하기 위하여 PDMS 복제와 UV NIL을 이용하여 니켈 스템퍼 복제에 관한 기초 연구를 수행하였다. 실험 결과 나노 마이크로 구조물의 복제 가능성을 확인 할 수 있었으며 복제된 스템퍼를 이용하여 사출성형을 수행함으로써 성형성을 확인 할 수 있었다. 본 연구 결과를 토대로, 다양한 형상을 보다 간단히 빠르게 복제함으로써 사출 성형 및 다양한 성형 공정에 적용함과 동시에 생산단가 절감을 통한 상용화에 기여할 수 있도록 보다 깊이 있는 연구가 수행되어야 한다.

참고문헌

1. K. Kintaka, J. Nishii, A. Mizutani, H. Kikuta and H. Nakano : Optics letters, 26(2001), 1642
2. A. E. Bell and C. J. Cookson, C. J., "Signal Processing Image Communication 19.", 909, (2004).
3. Y.H.Seo, D.S.Choi, J.H.Lee, T.J.Jae, K.H. Whang., "Fabrication of high aspect ratio 100nano-scale nickel stamper using e-beam writing based on chrome/quartz mask without anti-reflection layer for injection moldinf of optical grating patterns", The 6th korea MSMS conference, 661-6665, (2004).
4. D.S.Choi, Y.E.Yoo, Y.H.Seo, J.H.Lee, T.J.Jae, K.H. Whang., "100nm-scale Electroplated Nickel Stamper Fabricated by E-beam Lithography on Chrome/Quartz Mask", Proc. SPIE, Vol. 5650, 324-327, (2005).
5. M.T.Hwang, Y.H.Cho, S.W.Lee, N. Takama, T. Fujii, and B.J.Kim., "Nanochannels for manipulation of DNA molecule using various fabrication methods", Journal of semiconductor technology and science, (2007)
6. K. H. Lee, Y. E. Yoo, S. K. Kim, D. S. Choi. , "Fabrication of micro channel using the heating Mold", Proc. of KSPE 2007 Autumn Conference, (497-498).

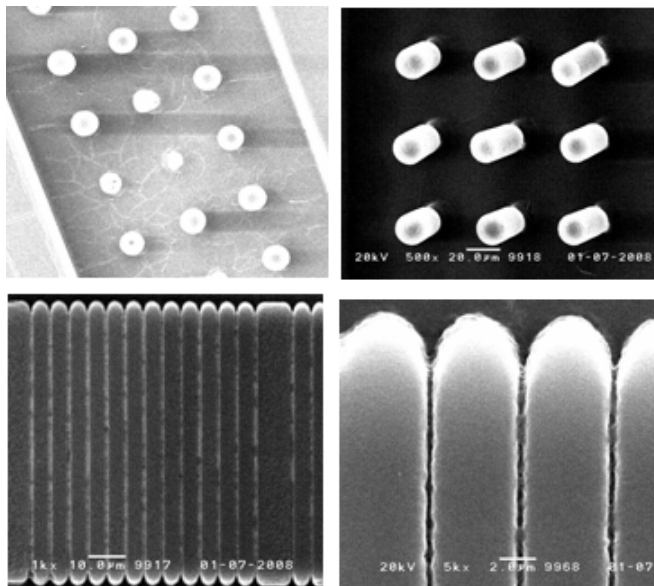


Figure.4 SEM image of hybrid pattern for injection mold process