

# Hybrid Imprint Lithography 공정을 이용한 3D 구조물 제작

\*신상현, 김한형, 양승국, \*\*이종근, 오범환, 이승걸, 이일항, 박세근  
인하대학교 정보공학부  
부천대학, 디지털 산업전자과  
e-mail : \*luckymansin@naver.com, sgpark@inha.ac.kr

## Fabrication of 3-D structures using hybrid imprint lithography

\*Sang-hyun Sin, Han-Hyoung Kim, Seung-Kook Yang, \*\*Jong-Geun Lee, Beom-hoan O, Seung-Gol Lee, and Se-Geun Park

Department of Information Engineering, Inha University  
\*\*Digital & Industrial Electron Engineering, Bucheon College

### Abstract

Hybrid Imprint Lithography (HIL) is proposed where photolithography and imprinting processes are employed. Fabrication step of multilevel or three dimensional patterns is suggested. The method of controlling residual layer thickness after imprinting is developed. The thickness of residual layer changes lineally with imprinting time and can be controlled. Polymer patterns fabricated by this HIL is demonstrated.

### I. 서론

미세한 3차원 구조물을 만들기 위해 서로 developer가 다른 Epoxy계열과 Novolak계열의 고분자를 사용하여 두 번의 Photo lithography 공정을 수행하는 Adaptive 2-step photolithograph 방식을 제안한 적이 있었으나 [1], 이 방법은 많은 공정 과정이 필요하며 다양한 물질이 사용된다는 단점이 있다. 한편, imprint lithography는 기존의 photo-lithography에 비교하여 많은 장점을 가지고 있다. 하지만 이 공정의 고질적인 문제점인 molding공정을 한 후에 residual layer 잔존의 단점이 있으며 이를 제거하기 위하여 추가적으로 O<sub>2</sub> plasma등이 필요하다[2]. 본 연구는 3차원 구조물보다 쉽게 제작할 수 있는 Hybrid Imprint Lithography(HIL)를 제안한다. 이는 imprinting과 photolithography 공정의 장점을 살린 것이다.

### II. 실험 방법 및 결과

#### 2-1 Imprint lithography를 위한 mold 제작

HIL공정을 위한 mold는 photoresist(PR)의 3차원구조의 모양을 음각으로 갖고 있어야 한다. Mold의 재료는 열을 사용하여 resin의 패턴모양을 제어하기 때문에 UV를 사용하는 공정보다 다양한 선택이 가능하다. 본 실험은 Silicon 기판 위에 Cr을 adhesion layer로 사용하여 Au를 증착하였으며, 이 sputtering공정을 한 기판 위에 SU-8 2050을 photolithography를 사용하여 제작했다. 제작된 SU-8 mold는 anti-sticking layer로 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> plasma를 사용하여 Fluoro-Carbon film을 표면에 적층하였다.

#### 2-2 Hybrid imprint lithography 공정방법 및 결과

HIL공정은 photoresist layer를 imprint lithography 공정인 molding과 demolding공정을 진행하여 1차 패터닝을 한 후에 photolithography공정을 그다음에 사용하여 패턴을 완료하는 것이다. 이 공정을 사용하여 line 패턴 위에 주기적으로 높낮이가 다른 패턴을 제작했다. Silicon 기판 위에 일반적으로 많이 쓰이는 Novolak계열의PR(AZ-9260)을 spin-coating하여 20μm 적층한 후에 soft-baking을 95°C에서 실시하였다.

적층된 시료를 제작되어 있는 mold와 NIL장비를 사용하여 90°C의 공정온도에서 molding과 demolding을 실시하였고, 공정시간을 통하여 생기는 residual layer의 두께를 제어한다. Molding공정을 통하여 원하는

residual layer높이와 패턴을 가진 시료를 align key적 용하여 정렬시킨 후 photolithography공정을 실시하였다. 이후 UV expose된 positive PR을 developing하여 패턴을 완성한다.

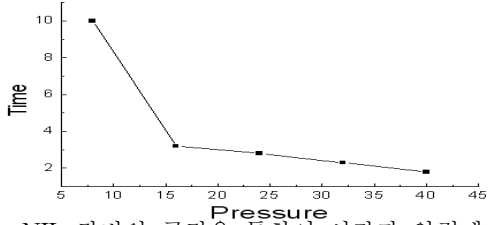


그림1. NIL 장비의 공정을 통하여 시간과 압력에 따른 패턴의 변화.

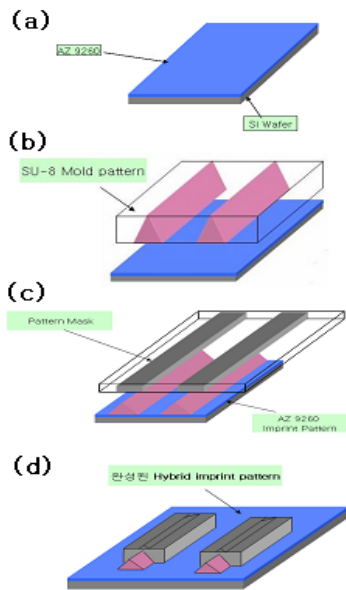


그림 2 Hybrid imprint lithography 공정방법

- (a). 기판 위에 Photo-resist 적층
- (b). Molding 및 de-molding 공정
- (c). Photolithography 공정
- (d). 3차원 패턴

**2-3 Residual layer 제어와 응용기술**

HIL공정은 imprinting후에 발생하는 residual layer를 제거하려는 노력 대신에 하나의 구조물층으로 사용하여 3차원 구조의 패턴을 제작한다. 따라서 이층의 두께를 제어하는 것은 매우 중요하다. Residual layer의 높이는 molding 공정시간이 0~30초가 될 때까지는 비교적 비례하면서 낮아지며, 30~50초까지는 이전에 비해 완만하게 낮아지는 결과를 얻었다. 이런 특성은 공정시간의 제어만으로도 간단하게 residual layer높이를 변형시킬 수 있다. 일정량 이상의 노광량을 주어야만 패턴이 가능한 PR의 고유한 특성을 사용하여 다양한 높이를 가지는 molding된 PR을 사용하여 복잡하고 다양한 패턴을 제작할 수 있다.

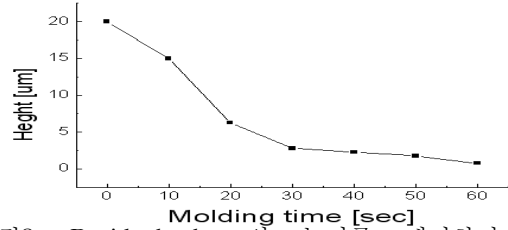


그림3. Residual layer의 높이를 제어하기 위한 molding 시간에 따른 높이의 변화 그래프

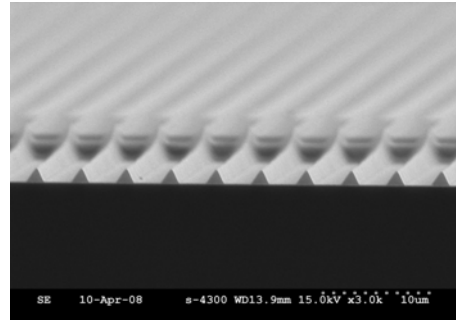


그림 4. Residual의 높이의 특성과 광량에 따른 photoresist의 변화에 따른 응용패턴.

**III. 결론**

본 연구는 3차원 구조를 쉽게 제작할 수 있는 Hybrid imprint lithography를 제안하였다. 이 공정은 imprint에서 문제가 되는 residual layer의 높이를 제어하여 구조물의 한 부분으로 제작하고, 새로운 공정의 추가 없이 한번의 photolithography를 사용하여 실제 적용을 쉽게 하였다. 제안한 HIL 공정을 사용하여 3차원 구조물을 제작해 보았으며, residual layer의 높이가 molding 공정시간에 따라 선형적으로 변화 한다는 것을 통하여 3차원 구조물의 제작에 대한 신뢰성을 높였고, 이를 통한 응용기술을 제안하였다. 추후, 우선적으로 이 공정을 통하여 제작된 고분자 패턴을 Etching mask로 사용한 dry etching 공정에 관하여 연구를 진행 할 것이다.

**참고문헌**

- [1] Y. I. Kim, H. S. Moon, K. S. Ji, S. H. Seong, J. W. Park, "SnO2 Thin Film Doped with Si for Negative Electrode Microbattery in MEMS." . Korean Phys. Soc., vol.39, pp.S337-340, Dec. 2001.
- [2] N. Bogdanski, M. Wissen, A. Ziegler, H.-C. Scheer, "Temperature-reduced nanoimprint lithography for thin and uniform residual layers." Microelectr. Eng., vol.78-79, pp.598-604, Feb. Jun. 2005.