

UV 나노임프린트 리소그래피를 위한 불화 함유 다이아몬드 상 탄소 스탬프의 제작

알툰 알리*, 정준호 (한국기계연구원 나노공정장비연구센터), 나종주 (한국기계연구원 표면연구부), 최대근, 김기돈, 이응숙 (한국기계연구원 나노공정장비연구센터)

Fabrication of Fluorine Doped Diamond-Like Carbon Stamp for UV-Nanoimprint Lithography

Altun Ali Ozhan, Jun-ho Jeong (Nano-Mechanical Systems Research Center, KIMM), Jong-joo Rha (Surface Engineering Dept., KIMM), Dae-geun Choi, Ki-don Kim, Eung-sug Lee (Nano-Mechanical Systems Research Center, KIMM)

ABSTRACT

A fluorine-doped diamond-like carbon (F-DLC) stamp which has high contact angle, high UV-transmittance and sufficient hardness, was fabricated using the following direct etching method: F-DLC is deposited on a quartz substrate using DC and RF magnetron sputtering, PMMA is spin coated and patterned using e-beam lithography and finally, O₂ plasma etching is performed to transfer the line patterns having 100 nm line width, 100 nm line space and 70 nm line depth on F-DLC. The optimum fluorine concentration was determined after performing several pre-experiments. The stamp was applied successfully to UV-NIL without being coated with an anti-adhesion layer.

Key Words : Fluorine-doped diamond-like carbon (불화 함유 다이아몬드 상 탄소), Ultraviolet nanoimprint lithography, stamp fabrication (UV 나노임프린트 리소그래피 스탬프 제작)

1. 서론

UV-나노임프린트 리소그래피(Ultraviolet-Nanoimprint Lithography, UV-NIL)는 경제적이고도 효과적으로 나노구조물을 제작할 수 있는 공정으로, 나노구조물(nanostructure)이 각인된 스탬프(stamp)를 기재(substrate) 위에 스펀코팅(spin-coating) 또는 디스펜싱(dispensing)된 레지스트(resist)의 표면에 누르고 자외선으로 경화시켜 나노구조물을 전사한다. [1-2]

일반적으로 스탬프는 자외선 투과가 가능한 유리나 수정 재질로 되어 있다. 그러나, 그들은 높은 표면 에너지를 갖고 있기 때문에 점착방지막이 표면에 코팅되어야만 하며 그 수명 또한 한정되어 있어 주기적으로 세정 및 재처리과정을 반복할 수밖에 없다.

본 연구에서는 UV-NIL 을 위한 불화 함유 다이아몬드 상 탄소 (Fluorine Doped Diamond-Like Carbon Stamp, F-DLC) 스탬프를 제안하고, F-DLC 스탬프는 UV-NIL 을 위하여 매우 적합한 물리적 특성을 보일 뿐만 아니라 점착방지막 처리가 필요하지 않다는 것을 보인다.

2. 시험 방법 및 결과

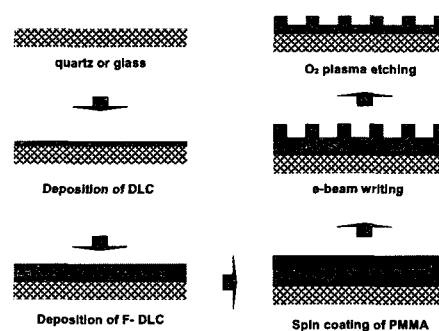


Fig. 1 Schematic illustration of the fabrication procedure of F-DLC stamp.

Fig. 1 은 F-DLC 스탬프 제작공정을 보인다. 먼저 점착력을 증가시키기 위하여 DLC 를 수정기판 위에 코팅한다. 그 후 F-DLC[3-4]가 30 분 정도 코팅을 하는데 초기 수분 동안은 그 함유량은 점진적으로 증가시킨다. 그 위에 PMMA 를 코팅하고 이블리소그래피 (electron-beam lithography)를 통하여 패턴을 형성한다. O₂ 플라즈마(plasma) 에칭공정을 통하

여 패턴을 F-DLC 표면에 전사한 후 PMMA 를 제거하게 되면 최종적으로 F-DLC 스탬프가 제작된다.

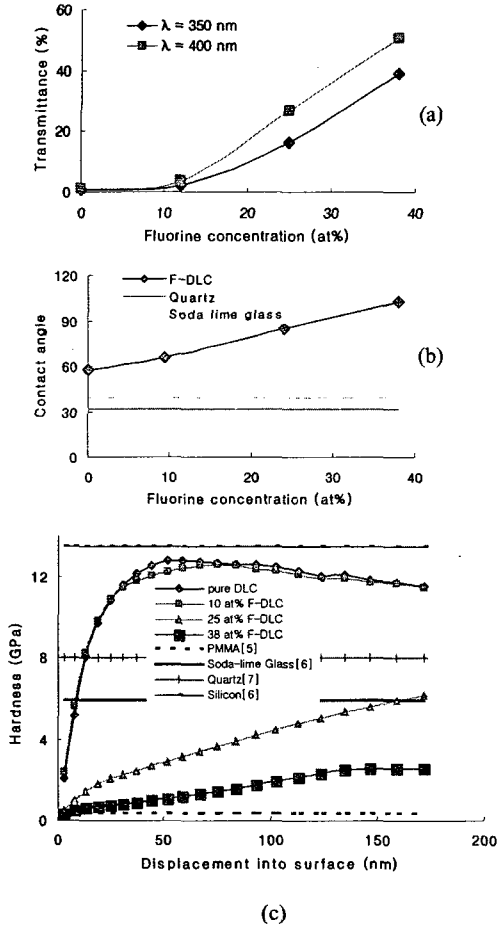


Fig. 2 Variation of (a) UV-transmittance, (b) contact angle, (c) hardness of the samples with different fluorine concentrations.

Fig. 2 는 불화 함유량에 따른 접촉각과 자외선 투과도, 강도, 에칭 속도 변화를 나타내고 있다. Fig. 2 에서와 같이 자외선 투과도, 접촉각, 자외선 투과도는 증가하는데 반하여 강도는 점차 감소하는 것을 볼 수 있다. 따라서 각 공정 특성에 적합한 불화 함량을 선정하여 F-DLC 를 제작할 필요가 있다.

Fig. 3 은 제작된 F-DLC 스탬프와 점착방지막 처리 없이 임프린트(imprint)한 선 패턴의 SEM (Scanning Electron Microscope) 이미지이다. 제작된 F-DLC 의 불화 함유량은 25%이며, 선폭은 100 nm, 간격은 100 nm, 깊이는 70 nm 이다.

3. 결론

25% 불화가 함유된 F-DLC 스탬프가 O₂ 플라즈마 에칭 방법에 의하여 제작되었으며, 접촉각은 85°

자외선 투과도는 16.4-26.8%. 강도는 4.5 Gpa 로 측정되었다. 이는 UV-NIL 을 적용되는데 충분한 물리적 특성으로 F-DLC 스탬프는 점착방지막 처리가 필요 없을 뿐만 아니라 기존의 유리나 수정재질 스탬프에 비하여 제작 비용 획기적으로 줄이고 공정 절차를 단순화 시킬 수 있다는 장점을 보였다.

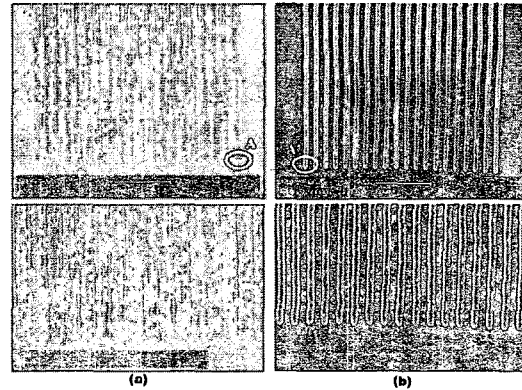


Fig. 3 SEM images of the (a) F-DLC stamp and (b) the imprinted polymer having line patterns of the imprinted polymer with 100 nm line width and 100 nm line distance and 70 nm line depth. The fine replication of the patterns can be observed by considering the marked region of the stamp (A) and the imprinted polymer (A').

후 기

본 연구는 21 세기 프론티어연구개발 사업인 나노메카트로닉스 기술개발사업단의 연구비지원 (M102KN01001)에 의해 수행되었다.

참고문헌

1. I. Haisma, M. Verheijen, K. Heuvel, J. Vac. Sci. Technol. B, 14 pp. 4124-4128, 1996.
2. J. H. Jeong, Y. S. Sim, H. K. Sohn, and E. S. Lee, Microelectron. Eng. 75 pp. 165-171, 2004.
3. H. Schulza, T. M. Leonhardt, H. J. Scheibeb and B. Schultrich, Surf. and Coat. Technol., pp. 1123-1126, Mar. 2005.
4. M. Grischke, K. Bewilogua, K. Trojan and H. Dimigen, Surf. and Coat. Technol. pp. 739-745, Oct. 1995.
5. B. J. Briscoe, L. Fiori and E. Pelillo, J. Phys. D: Appl. Phys. pp. 2395-2405, Oct. 1998.
6. Y. G. Jung, A. Pajares, R. Banerjee, B. R. Lawn, Acta Materialia, pp. 3459-3466, Jul. 2004.
7. K. H. Lee, O. Takai, Surf. and Coat. Technol., pp. 2428-2432, Dec. 2005.