

측정 팁을 이용한 원통형 금형 코팅두께 측정방법

Measuring coating thickness of cylindrical mold using measuring tip

**이승우¹, 김경오¹, 서경¹

#*S. W. Lee¹, J. O. Kim¹, J. Suh¹

¹한국기계연구원 나노융합시스템연구본부 광응용기계연구실

Key words : Coating thickness, Cylindrical mold, Measuring tip, Spray coating, Printing electronics

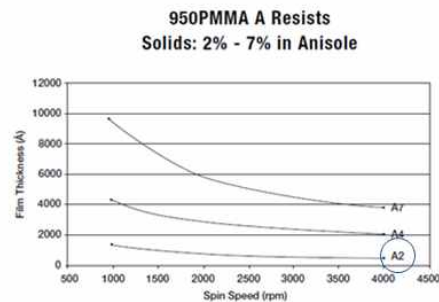
1. 서론

소비자의 요구가 다양화됨에 따라 첨단 제품은 고기능화, 소형화, 경량화를 지향하고 있다. 특히 반도체, 정보저장매체, 디스플레이 및 광학소자의 제작 등은 기능향상이나 소형화에 맞춰 나노기술이 적용된 가공기술이 요구되고 있다. 인쇄전자 부분에서는 빠른 속도로 소자를 생산하기 위해서 원통형 금형에 나노패턴을 생성하여 원통금형 사이에 수지를 통과시켜 소자를 생성하는 방법이 사용되고 있다. 나노패턴을 가공하기 위한 주요 수단으로는 전자빔 리소그래피, 나노임프링팅 등의 다양한 가공방법이 사용되고 있다. 이 중 전자빔 리소그래피 방법은 나노패턴 가공에서 가장 많이 사용되는 방법으로 가공표면에 PR (Photo Resist)를 도포하고 도포된 표면에 전자빔을 조사하여 PR를 구성하는 고분자를 결합 또는 절단하여 가공표면에 PR 패턴을 형성하는 것으로 이후 developing 과 etching 공정에 의해 패턴을 생성하게 된다. 전자빔 리소그래피 공정에서 나노패턴의 크기를 결정하는 중요한 요소 중의 하나는 표면에 도포되는 PR의 두께로서 평면이 아닌 원통에 PR를 일정한 두께로 코팅하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 원통형 금형에 나노패턴을 가공하기 위해 필수요건인 PR을 코팅하고 두께를 측정위해 다양한 측정방법을 이용하여 코팅 두께를 측정하였다.

2. 원통형 금형의 PR coating 및 두께 측정

전자빔 리소그래피에서 가장 먼저 진행되는 공정은 전자빔에 민감한 반응을 하는 resist를 도포하는데 일반적으로 PMMA(polymethyl methacrylate)를 가장 많이 사용한다. PMMA는 전자빔에 의해 polymer chain이 scission 혹은 cross linking 되는지에 따라 양각 혹은 음각 패턴이 생성된다. 높은 감도를

가진 resist는 상대적으로 낮은 해상력을 가지기 때문에 표면의 형상 및 응용에 맞는 resist를 선정하여야 한다. 일반적으로 전자빔 리소그래피의 해상도 한계는 전자빔의 stigmatism, 시료표면의 focusing 조건을 얼마만큼 완벽하게 구현하는 것과 PMMA의 두께에 따라 달라진다. 예를 들어 전자빔의 focusing의 조건이 이상적인 경우 300 nm 두께의 495K PMMA는 약 15 nm line width의 pattern을 얻을 수 있으며, 50 nm 두께의 PMMA 경우는 약 10 nm 정도의 패턴을 구현할 수 있다.



A2 type: coating thickness (1000Å)
Fig. 1 Characteristics of PR thickness on PMMA Anisole

Fig. 1은 Anisole이 함유된 905K PMMA 코팅두께 특성을 나타낸 것으로 스핀코터에서 A2 type PMMA가 약 4000 rpm에서 1000Å 두께로 코팅되는 것을 보여준다. 그러나 이 데이터는 평판에서 코팅할 때의 rpm 대비 코팅두께 데이터를 나타낸 것으로 곡면을 가지고 있는 원통금형의 코팅조건에는 적합하지 않다. 점도 문제로 인하여 곡면에 코팅을 하였을 경우 코팅 액이 흐르는 문제가 발생되기 때문이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하

여 anisole type의 희석제(thinner)를 첨가하여 스프레이를 이용한 코팅 방법을 개발하였다. Fig. 2는 원통형 금형에 PR 코팅을 하기 위해 스프레이 공정을 수행하는 것으로 300 nm 코팅두께를 달성하기 위해 원통금형의 회전속도 120 rpm, coating 횟수 20회, x 축 이송속도 3.5 mm/sec 설정하여 코팅을 수행하였다. 300 nm 코팅두께는 250 nm line width의 패턴을 생성하기 위한 PR 코팅 조건이다.

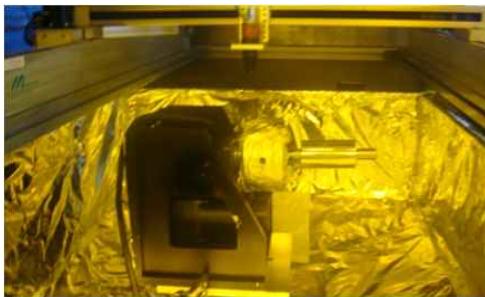


Fig. 2 Spray coating for cylindrical mold

코팅된 원통형 금형의 코팅 두께를 측정하기 위해서는 다양한 측정방법이 있으나 원통형 금형의 크기가 커서 측정이 장비에 장착되지 않는 문제가 발생하였다. 실험에 사용된 원통형 금형의 크기는 200 × 50 mm, 표면 거칠기 200 nm 이하, Ni 재질로 구성되어 있다.

이를 해결하기 위해 원통형 금형의 끝단에 탈/부착이 가능한 측정 팁을 부착하여 코팅이 완료된 다음 측정 팁을 원통형 금형과 분리하여 측정 팁의 코팅두께를 측정하는 방법을 고안하였다. Fig. 3은 측정 팁이 장착된 원통형 금형의 구조를 나타낸 것으로 원통형 금형의 크기와 패턴이 생성될 부분에 영향 없이 코팅두께를 측정할 수 있는 장점이 있다.

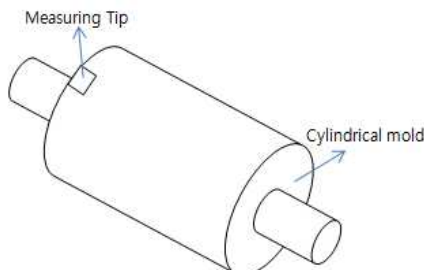


Fig. 3 Cylindrical mold with measuring tip

Fig. 4는 원통형 금형에서 분리된 측정 팁을 다양한 측정 장치에서 측정하여 측정결과를 나타낸 것이다. 측정 팁에 도포된 코팅두께를 측정하기 위해 SEM, 엘립소미터(eliopsometer), 알파스캔(Alpha scan) 등을 이용하여 측정한 결과 평균 300 nm 두께로 코팅된 것을 알 수 있었다.

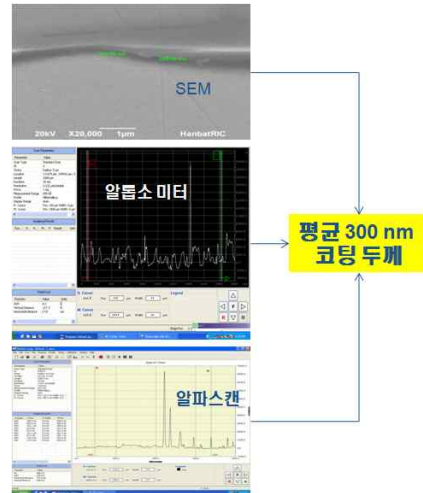


Fig. 4 Analysis of coating thickness using various method

3. 결론

본 연구에서는 원통형 금형에 전자빔 리소그래피 공정을 수행하기 위해 코팅된 PR의 두께를 측정하는 연구를 수행하였다. 250 nm line width 패턴을 생성하기 위해 PR 코팅의 두께는 약 300 nm 정도이어야 하며 이를 위해 스프레이를 이용한 코팅방법과 도포된 PR의 코팅두께 측정방법을 제시하였다. 추후에는 이를 이용한 전자빔 리소그래피의 패턴 생성공정과 측정을 위한 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

1. Weimann, T., Greyer, W., Hinze, P., Stadler, V., Eck, W. and Götzhöuser, A., Nanoscale patterning of self-assembled monolayers by e-beam lithography, *Microelectronic Engineering*, Vol. 57-58, pp. 903-907, 2001.
2. Han, J.W., Choi, J.H., Yoo, Y.E., Kim, B.H., Lee, J.S. and Kang, S.I., Nano Replication Technology of Nano Patterns and Application Fields, *Journal of KSPE*, Vol.26, No.6, pp30-35, 2009.