

UV - NIL 공정의 기포형성에 대한 연구

A Study on the Formation of Bubble in UV- NIL

*이기연¹, #김국원²

*K. Y. Lee¹, #K. W. Kim(kimkug1@sch.ac.kr)²

¹순천향대학교 기계공학과, ²순천향대학교 기계공학과

Key words :Nano Imprint, UV NIL, Air bubble.

1. 서론

나노임프린트 리소그래피(Nanoimprint lithography, NIL)는 1996년 Chou 등에 의해 최초 제안되었다. 공정의 단순성 때문에 저비용으로 대량 생산을 할 수 있어 기존의 광 리소그래피(Photo lithography)를 대체 할 수 있는 차세대 기술로 각광 받고 있다. NIL 기술은 나노 스케일을 목표로 개발 되었지만 마이크로 스케일에도 적용 할 수 있기 때문에 반도체, 디스플레이 산업에서 이를 적용하려는 움직임이 활발하다. 나노임프린트는 레지스트와 경화방식에 따라 열 나노임프린트(Thermal NIL)와, UV 나노임프린트(UV NIL)로 나뉜다.

UV NIL은 비진공 상태에서 웨이퍼 위에 UV경화성 레지스트를 도포하고 quartz 등으로 제작된 투명한 스탬프를 위에 올려놓고 낮은 압력으로 가압한다. 이때 자외선으로 레지스트를 경화시킨다. Thermal NIL보다 공정이 간단하여 제작 시간이 짧은 것이 특징이다. 최근 대면적 UV NIL 연구와 더불어 비진공 상태에서 패턴을 전사하는 연구가 많아지고 있다[1-2]. UV NIL공정 중 진공과정을 생략하면 제작시간 단축, 설비비용 감소 등 여러 이득이 있지만 기포발생 현상 등의 문제점이 있다.

본 연구는 비진공 환경에서 UV NIL 공정 중 기포발생 과정과 이에 따른 패턴결함에 대한 실험적 연구를 하였다.

2. 실험 조건

대면적 UV NIL을 하기 위해선 웨이퍼 위에 레지스트를 다량 도포 하며, 이에 따라 droplet을 1 point 또는 다수의 point로 도포한다. 경화과정 중 챔버 안이 진공 상태 일 경우 기포가 발생하지 않거나 미쳐 빠져나가지 못한 적은양의 기포가 발생 한다. 하지만 비진공 상태일 경우 다수의 기포가 형성된 결과물을 얻을 수 있다

본 연구는 레지스트 도포 공정 중 droplet도포 방법을 Table 1과 같이 달리하여, 비진공 상태의 UV NIL 중 기포발생에 대해 실험하였다.

Table 1 Experimental conditions

case 1		case 2	
droplet point	droplet volume	droplet point	droplet volume
1	1 μ l	4	0.25 μ l
	1.5 μ l		0.375 μ l
	2 μ l		0.5 μ l
	10 μ l		2.5 μ l

가압력은 5 bar, 경화시간은 800 s로 고정하고 droplet의 부피와 도포 수를 변화하였다. dispensing은 KD Scientific사의 실린지펌프 Legato 100(accuracy:± 0.5%)을 사용하였다. 기포형성과정을 알아보기 위한 실험이기 때문에 FE-SEM촬영은 하지 않았다.

3. 실험 결과

droplet 1point와 4point에 대한 실험 결과는 Fig. 1과 Fig.2와 같이 나왔다. Fig.1는 1 point droplet, Fig.2는 4 point droplet이다. 왼쪽부터 4개의 사진은 기포형성 과정을 촬영한 것이며, 맨 오른쪽 사진은 가압 후 스탬프를 촬영한 것이다.

Fig.1과 같이 1 point droplet일 경우 레지스트의 양이 적을 때 기포가 발생 하는 것을 알 수 있다. 이는 스탬프는 양각의 원형, 타원, 사각형의 형상을 하고 있고 각 부분마다 wall이 존재한다. 1 point droplet 위에 스탬프를 올리면 레지스트의 양이 적은 Fig.1 (a), (b), (c)는 공기가 wall 안에 갇히는 현상을 보이며, 중앙부분에 많은 기포를 생성한다. 하지만 10 μ l의 droplet에서는 기포가 발생하지 않았다. 이는 레지스트의 양이 많아 웨이퍼와 스탬프 사이의 층이 wall의 높이보다 높아 기포발생

없이 충전되는 것으로 판단된다.

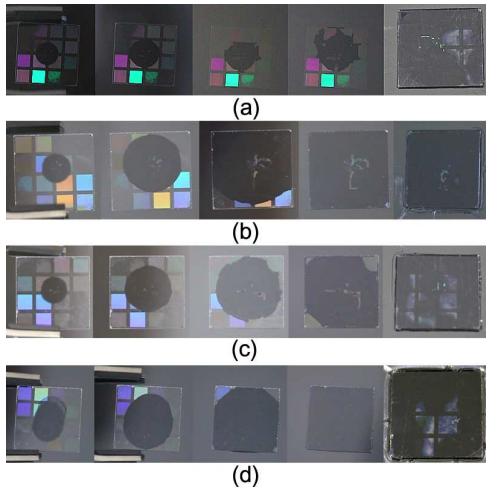


Fig.1 Formation of air bubble (1 point droplet)
(a) 1 μ l, (b) 1.5 μ l, (c) 2 μ l, (d) 10 μ l

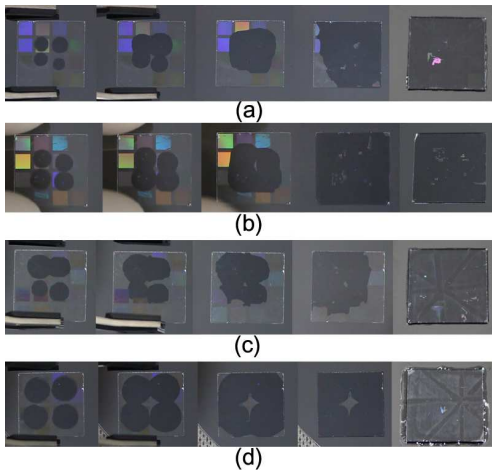


Fig.2 Formation of air bubble (4 point droplet)
(a) 1 μ l, (b) 1.5 μ l, (c) 2 μ l, (d) 10 μ l

4 point droplet일 경우 기포발생과정이 1 point droplet일 때와는 다른 현상을 보였다. droplet 직경이 차이가 나는 것은 순차적으로 도포하였기 때문에 레지스트의 직경이 시간에 따라 차이를 나타내고 있다. Fig.2의 (a) ~ (d)모두 4개의 droplet이 병합될 때 중앙의 공기가 갇혀지는 현상을 보였다. Fig.2의 (d)와 같이 droplet의 부피가 클수록 중앙에 갇힌 공기의 부피가 크다. 가압 후 스탬프와 웨이퍼 사이의 공기의 부피를 작아지지만 사라지지 않고

남아있다.

Fig.1과 Fig.2를 비교하였을 때 가압 후 육안으로 확인 가능한 기포가 Fig.2가 더 많다. 그리고 Fig. 1은 기포가 중앙 쪽에 분포되어있는 반면 Fig.2는 스탬프 전체에 불특정하게 분포되어 있다.

4. 결론

본 연구는 droplet의 조건을 달리하여 비진공 UV NIL 공정 중 발생하는 air bubble에 대해 알아보았다. 1 point, 4 point droplet 두 경우에 대하여 각 조건별 부피를 달리하여 실험하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 스탬프는 양각의 원, 타원 등 16개의 다른 사이즈를 가진 패턴으로 제작되어 있으며 각 패턴 사이에 wall이 존재한다. 1 point droplet 일 경우 레지스트의 양이 적으면 wall 부분에 갇혀 중앙에 air bubble이 발생하며, 가압 후 빠져나가지 못하고 압축되어 부피가 작아진 형태를 가진다. 레지스트의 양이 많으면 air bubble없이 스탬프에 고루 충전이 되었다.

2. 적은 양의 4 point droplet 일 경우 1 point droplet 일 경우와 비슷한 경향을 보이며 중앙부분이 아닌 스탬프 전반에 걸쳐 air bubble을 형성한다. 레지스트의 양이 많아지면 중앙부분에 air bubble 형성은 적은 양에 비해 매우 크게 형성되며, 가압 후 압축된 상태로 남아있게 된다. 이러한 현상은 다른 연구에서 밝혀진바 있다[3]. 이렇게 남아있는 air bubble은 패턴이 전사되지 않는 부분의 주위까지 단차를 형성 할 수 있기 때문에 FE-SEM 으로 확인 해 볼 필요가 있다.

참고문헌

1. Chou, S.Y. and Krauss, P.R., "Imprint lithography with sub-100nm feature size and high throughput", *Microelectronic Engineering*, Vol.35, pp. 237-240, 1997.
2. Hong, S.H., Bae, B.J., Hwang, J.Y., Hwang, S.Y., Lee, H., "Replication of high ordered nano-sphere array by nanoimprint lithography", *Microelectronic Engineering*, Vol. 86, pp. 2423- 2426, 2009.
3. 최성웅, 이동연, 이우일, "UV nano imprint 공정에서 air bubble area 최소화에 대한 연구", 서울대학교 대학원, 2008.