

니켈 몰드를 이용한 양산성 있는 역사다리꼴 미소 구조체 제작 방법

이용복*, 윤건욱, 유재영, 윤준보
 KAIST 전기 및 전자공학부
 E-mail: bok6155@kaist.ac.kr

Mass producible fabrication method of inverse-trapezoidal microstructures by hard nickel mold

Yong-Bok Lee*, Gun-Wook Yoon, Jae-young Yoo and Jun-Bo Yoon
 Department of Electrical Engineering, KAIST

Abstract

A simple and mass producible method for fabricating inverse-trapezoidal microstructure is proposed. To reduce the complicated process of previous method, we proposed a nickel mold method capable of transferring inverse-trapezoidal microstructure at one time. Through experiments, mass production of inverse-trapezoidal microstructure was anticipated.

Keyword : Nickel mold(니켈몰드), Inverse-trapezoidal structure(역사다리꼴 구조), Mass-producible(양산 가능한)

1. 서론

역 경사를 가지는 미소 구조체는 측면 각을 조절 하여 수직 출광이 가능하고, 후면으로 출광되는 빛이 적어 단일 시트 LCD 백라이트 유닛(BLU), 반사형 디스플레이의 프론트라이트 유닛(FLU)에 사용 가능하다. 또한 역 경사를 가지는 구조이기 때문에 초소수성의 특징을 가지고 있다 [1-2].

다양한 영역에서 사용 가능한 역 경사를 가지는 미소 구조체를 제작 하기 위해서는 3 차원 디퓨저 리소그래피 방법이 사용된다[1]. 3 차원 디퓨저 리소그래피 방법은 노광 공정 단계에서 광원과 감광제 사이에 산란막(diffuser)을 두어, 광원의 빛을 의도적으로 산란 시켜 곡면 또는 경사를 가지는 구조를 만들 수 있는 방법이다. 이 방법을 사용하여 역사다리꼴 모양의 감광제 몰드를 만들고, 이를 PDMS를 통해 두 번 전사하게 되면 한쪽 면에 역사다리꼴 구조체가 분포되어 있는 투명하고 유연한 시트를 만들 수 있다. PDMS를 두 번 전사하여 상기 시트를 만드는 이유는 미소구조체가 역 경사를 가지기 때문에 전사 과정에서 미소 구조체가 손상되기 때문이다. 그러나 위와 같은 방법은 제작 과정이 복잡하고, PDMS를 두 번 전사하는 과정에서 PDMS 음각 몰드가 쉽게 손상되어 몰드의 재 사용이 어려

워 생산성이 현저히 낮다. 따라서 역사다리꼴 구조체를 제작 함에 있어, 비용이 저렴하고 양산 가능한 제작 방법의 개발이 요구 되고 있다.

본 논문에서는 역사다리꼴 구조체의 음각을 가지는 니켈 몰드를 제작 하고, 이를 PDMS로 바로 전사하여 기존 방법 대비 쉽고 빠르면서도 몰드의 재 사용이 가능한 새로운 제작 방법을 제안한다.

2. 본론

그림 1(a)와 같이, 역 경사를 가진 미소 구조체는 패턴의 하부 너비(L_a)가 상부 너비(L_b)보다 좁은 구조이기 때문에 몰드에서 전사 시 패턴 하부에 큰 응력이 발생하여 패턴 모양에 큰 손상을 입게 된다. 이런 이유로, 이전 연구에서는 역 경사를 가진 미소 구조체를 제작하기 위해 부드러운 PDMS 몰드를 통해 전사하는 과정을 사용하였다[1]. 하지만 미소 구조체에서 L_a/L_b 의 비율이 증가하면, 원래의 미소 구조체의 길이 대비 미소 구조체가 몰드를 빠져 나올 때 변형 되는 길이의 비율이 작아지면서 미소 구조체에 발생하는 응력도 줄어들게 된다. 따라서 L_a/L_b 의 비율 조절을 통해 미소 구조체에 발생하는 응력이 항복점 이내로 들어오도록 설계 하면, 미소 구조체의 손상없이 니켈 몰드로부터 PDMS를 바로 전사 할 수 있다.

그림 2와 같이 미소구조체의 경사도가 동일 한 상황에서, L_a/L_b 비율이 증가하게 되면 hard mold에서 PDMS를 전사할 때 발생하는 응력이 현저히 감소하는 것을 확인할 수 있다.

그림 3은 제안하는 음각 니켈 몰드를 제작하고, 니켈 몰드로부터 PDMS를 전사하는 제작 방법을 보여준다. 먼저 웨이퍼 상부에 Cr/Au 층을 열 증착을 하고, AZ2035 음형 감광제를 코팅한다. 그 위에 임베디드 마스크 역할인 Au/Ti 층을 열 증착 하고 포토리소그래피 방법으로 패터닝을 한다[3]. 이 상태에서 3차원 디퓨저 리소그래피를 실

시한다. 노광이 완료 되면 Au/Ti 층을 제거하고, PEB & 현상 과정을 거치면 사다리꼴 단면을 가지는 미소구조체를 얻을 수 있다. 그 후 감광제 높이까지 도금을 하고, 감광제 스트리퍼(EKC800)을 통해 음형 감광제를 제거 후, 기포가 제거된 PDMS(베이스와 경화제 10:1 혼합)를 코팅 한다. 85° C 오븐에서 90분 굽고 니켈 몰드에서 PDMS를 분리하면 그림 3 (d)와 같이 미소 구조체가 전사된 시트를 제작 가능하다.

그림 4는 제작된 니켈 몰드로부터 PDMS 미소구조체를 전사한 모습이다. 니켈 몰드로부터 전사 시 미소 구조체 패턴 하부에 큰 응력이 작용하여 패턴에 큰 손상이 발생하지만, L_a/L_b 의 비율 조절을 통해 미소 구조체에 발생하는 응력을 항복점 이하로 줄어든게 하면 구조체의 손상없이 몰드로부터 전사가 가능하다. 따라서 L_a/L_b 의 비율 설계를 통해 역 경사를 가지는 미소 구조체를 쉽고 빠르게 제작 가능하다.

3. 결론

본 논문에서는 음각을 가지는 니켈 몰드를 제작하여 기존에 제작이 어려웠던 역 경사를 가지는 미소 구조체를 쉽고 빠르게 제작 가능함을 제안 하였다. 미소구조체가 몰드로부터 전사 시 받는 응력을 L_a/L_b 의 비율을 통해 제어 할 수 있었고, 그 결과 니켈 몰드로부터 미소 구조체를 손상없이 전사 할 수 있었다. 또한 니켈 몰드는 전사 후에도 몰드의 손상이 없기 때문에 양산성 있게 미소 구조체를 제작 가능 할 것이라 예상된다.

참고문헌

1. Lee, Joo-Hyung., et al; *Optics Letters*. **2007**, 32, 2665
2. Im, Maesoon., et al; *Soft Matter* .**2010**, 6.7 ,1401-1404
3. Kim, Hyeon-Don, et al; *Journal of Micromechanics and Microengineering*. **2012** , 22.4, 045002.

감사의 글

이 논문은 한국과학기술원 자체연구사업인 End Run Project의 지원을 받아서 연구 진행 하였습니다. (No. N11160056)

Figures

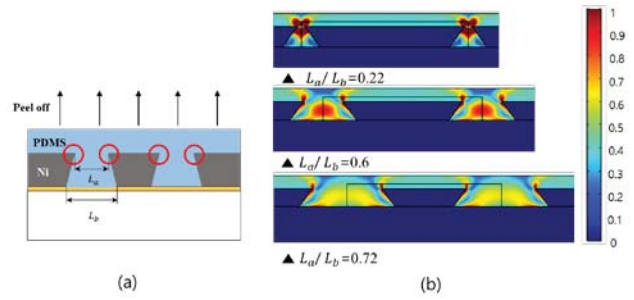


그림. 1 니켈 몰드에서 PDMS 전사 시, 패턴 하부가 더 좁은 구조에 의한 응력 발생 모습(a), L_a/L_b 비율 증가에 따른 응력 시뮬레이션 결과 (b)

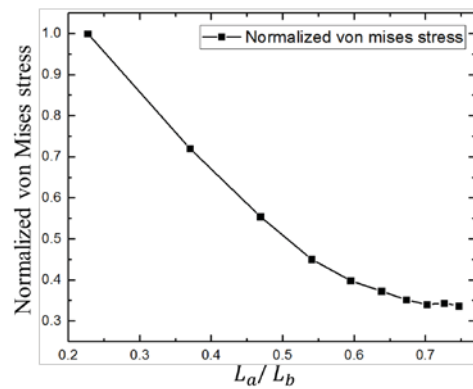


그림. 2 L_a/L_b 증가에 따른 응력 시뮬레이션

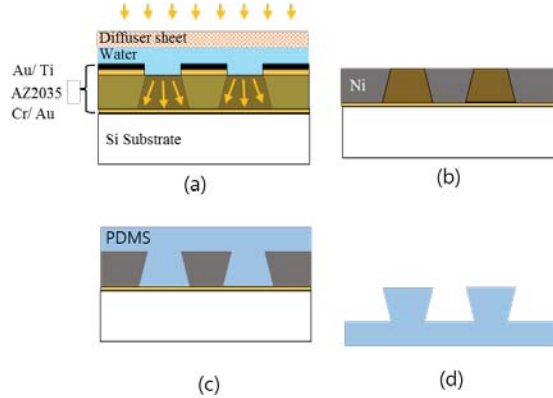


그림. 3 제안 하는 음각을 가지는 니켈 몰드 제작 방법(a-b). 제작된 니켈 몰드에서 PDMS 전사 (c-d)

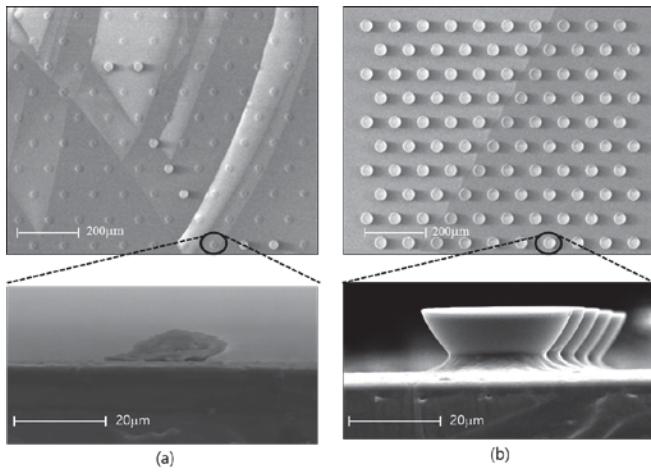


그림. 4 니켈 몰드로부터 역 경사를 가지는 미소 구조체 전사 시 미소 구조체에 항복점 이상의 응력이 작용한 경우 (a), 미소구조체에 항복점 이하의 응력이 작용한 경우 (b)