

# 집속이온빔을 이용한 축대칭 마이크로 구조물의 가공공정에 대한 연구

## Fabrication of Rotational Symmetric Microstructure Using Focused Ion Beams

\*김충수<sup>1</sup>, #안성훈<sup>1</sup>, 장동영<sup>2</sup>, 김형중<sup>1</sup>, 김동현<sup>1</sup>

\*C. S. Kim<sup>1</sup>, #D. Y. Jang (dyjang@snut.ac.kr)<sup>2</sup>, S. H. Ahn<sup>1</sup>,

H. J. Kim<sup>1</sup>, D. H. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부, <sup>2</sup>서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과

Key words : Focused ion beam, sputtering, rotational symmetric micro structure, scan direction

### 1. 서론

집속이온빔 시스템은 나노미터의 구조물을 물리적인 스퍼터링 및 가스 주입을 통한 증착을 통하여 50 nm 이하로 가공할 수 있는 장치이다. 이는 가공을 위한 마스크가 필요없으며 아주 유연한 제어가 가능하다는 장점에 기인한다. 이와 같은 집속이온빔 시스템은 그림 1 과 같이 구성된다 [1].

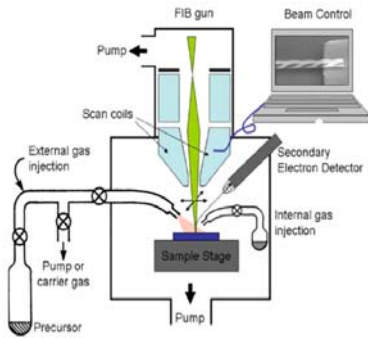


Figure 1. Focused ion beam (FIB) system for nanofabrication [1].

집속이온빔 시스템은 이온원으로부터 방출된 이온빔을 타겟의 일정 영역에 주사함으로써 가공을 할 수 있다. 이때의 가공공정에 영향을 미치는 변수는 이온빔 가속 에너지, 이온빔 전류, 빔 직경, 드웰타임, 빔 오버랩 등이 있으며, 고정밀도의 형상을 제작하기 위하여 이와 같은 변수를 조절하는 일은 쉬운 일이 아니다.

이와 같은 변수의 조절을 통해 주사되는 이온빔은 일반적으로 사용되는 주사방법은 래스터 주사방법이다. 래스터 주사방법은 단일 방향으로 이온빔이 주사되기 때문에 그림 1 과 같이 스캔 방향에 따라서 재료 재증착이라는 단점을 포함하게 된다. 이와 같은 단점을 해결하기 위하여 위에서 언급된 가공공정 변수의 조절 이외에 스캔방식을 변화하는 연구가 진행되고 있다.

본 연구는 이와 같은 다양한 스캔 방법을 도입하여 축대칭의 구조물을 제작하는 연구이며, 이 때 스캔방법에 따른 구조물의 형상에 대한 관찰/고찰을 포함한다.

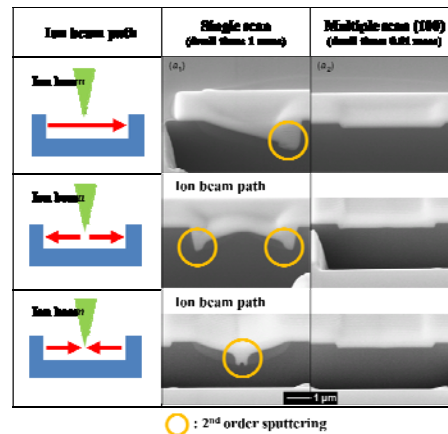
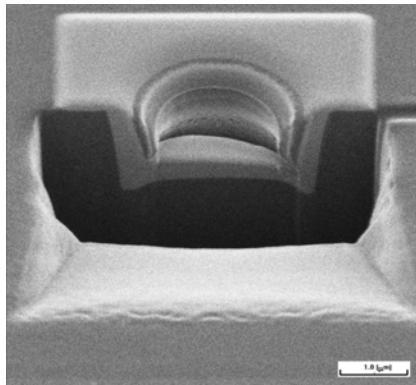


Figure 2. Influences on ion beam scan directions using raster scan with two different dwell times [2].

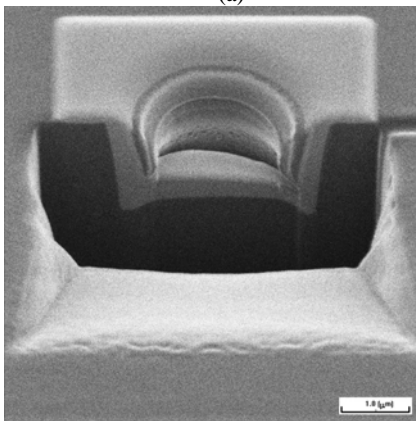
## 2. 실험

본 연구를 위하여 사용된 시스템은 SII Nanotechnology 의 SMI3050 이다. 본 연구에서 사용된 이온빔의 액체금속 이온원으로부터 30 kV 로 가속이되었으며 이 때의 이온빔 전류는 약 88.3 pA 였다.

축대칭의 마이크로 구조물의 제작을 위하여 제작된 형상은 1.5 mm 의 반경을 갖는 원형 형상이 제작이 되었다. 이와 같은 축대칭의 형상을 제작하기 위하여 다양한 스캔 방법이 도입이 되었으며, 이 때 드웰 타임에 대한 효과를 관찰하였다. 실험을 위해 사용된 시편은 Si(100)이며 이 위에 약  $6.8 \times 10^{19}$  ions/cm<sup>2</sup>의 이온이 조사되었다.



(a)



(b)

Figure 3. Rotational symmetric microstructure fabricated by focused ion beam with raster scan: (a) 1 μsec and (b) 5 μsec of dwell time.

Figure 3 은 래스터 스캔을 이용하여 두 가지 드웰 타임에 따른 축대칭 구조물을 제작한 결과이다. 여기서 이온빔의 조사 방향은 오른쪽에서 왼쪽이다.

## 3. 결과

Figure 3 과 같이 래스터 스캔 방식 외에 다양한 방식의 이온빔 조사를 통하여 축대칭 구조물의 제작 시 이의 영향을 확인할 수 있었다. 또한 공정 시간이 지남에 따라 이와 같은 현상이 어떻게 진행되어 가는지를 확인할 수 있었다.

물리적인 현상으로는 재료 재증착, 자기 집속, 스웰링 등의 현상을 관찰할 수 있었으며 이온빔 조사방향을 조절함으로써 최종 가공형상이 달라지고 이를 통하여 보다 정밀한 구조물을 제작할 수 있을 것이라는 가능성을 보여 주었다.

## 후기

이 논문은 2010 년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구 (No. 2010-0029227 & 20-0000520)이며 또한 지식경제부 서울테크노파크 차세대 패키징 공정장비 실용화 사업 (No. 10029790) 및 산업원천기술 개발사업 (No. 10011379)의 지원으로 수행되었으며, 이 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Utke, I, Hoffmann, P. and Melngailis, J., "Gas-assisted focused electron beam and ion beam processing and fabrication," *Journal of Vacuum Science and Technology B.*, 26, 1197-1276, 2008.
2. Nellen, P. M. and Bronnimann, R., "Milling micro-structures using focused ion beams and its application to photonic components," *Measurement Science and Technology*, 17, 943-948, 2006.