

구리표면개질을 통한 AFM 기반 초정밀 텍스처링 공정연구 AFM-based Ultra Precision Texturing Process on Modified Copper Surface

*김지수¹, 김선호², 이정민², #박정우¹

*J. S. Kim¹, S.H.Kim², J. M Lee², #J. W. Park(jwoopark@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계설계공학과, ²조선대학교 첨단부품 소재공학과

Key words : PCD(Poly crystalline diamond), TNL(Tribo Nano Lithography), AFM(Atomic Force Microscope)

1. 서론

마이크로 나노 단위의 패턴 기술은 반도체, 디스플레이, 정보저장을 위한 초소형 전자 패키지 등의 다양한 분야에서 이용하고 있다. 이런 첨단 제품들은 대량생산을 추구하고 있기 때문에 대면적 미세 패턴 가공 기술이 필요하다.^{1,2)} 나노패턴 가공 기술 중의 하나인 사진 가공 기반의 MEMS 공정을 이용하여 3차원의 마이크로 구조물을 생성하기 위해서는 수많은 단계의 공정이 요구된다. 또한 기술적인 문제의 한계로 인해 수 μm 이하의 공정은 많은 비용이 요구된다. 따라서 본 연구는 기존의 수많은 단계의 공정을 획기적으로 줄일 수 있는 3차원 마이크로 구조물을 생성하기 위한 첫 번째 단계이다.³⁾ TNL(Tribo Nanolithography) 기반의 구리가 증착된 실리콘 웨이퍼 표면에 불소수지로 표면개질을 시킨 후 AFM기반의 마이크로 PCD 공구를 이용하여 마이크로/나노 단위에 직접적인 기계적 방식 미세 텍스처 가공 실험을 실시하고자 한다.

2. 실험 방법 및 실험 장치

2.1 실험 장치

본 실험에서 샘플 표면에 텍스처링을 하기 위해 사용된 마이크로 PCD 공구는 실험실에서 자체 제작된 공구이다.⁴⁾ 이 공구를 AFM(PSIA, XE-100)에 장착하여 텍스처링 공정을 실시하였다. 실험에 사용된 샘플은 실리콘 웨이퍼 표면에 구리를 400 nm 두께로 증착시킨 샘플을 사용했으며, 샘플 표면에 표면개질을 위해 불소수지를 사용하였다. 그리고 불소수지 경화를 위하여 핫 플레이트(Global lab, GLHPS-G)를 사용해 경화 과정을 수행하였다.

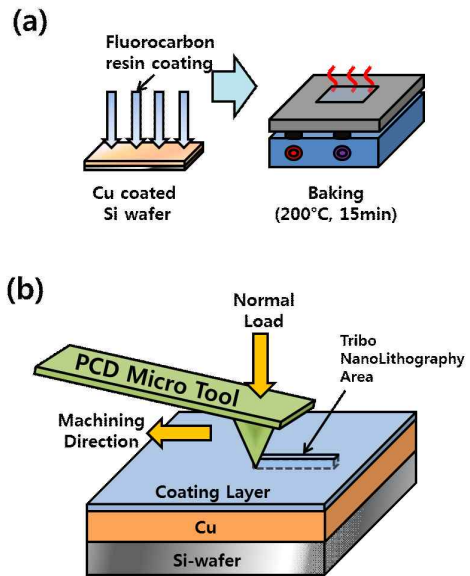


Fig. 1 Experimental procedure. (a) Fluorocarbon resin coating & Baking (b) Patterning Lithography using a micro PCD Tool

2.2 실험 방법

본 실험은 나노 단위의 패턴링을 수행하기 위한 실험으로 다음과 같은 실험 과정을 수행한다.

구리가 증착된 실리콘 웨이퍼 표면의 오염물질을 제거하기 위해 세척과정을 수행한 후⁵⁾, 표면수분 제거를 위해 데시케이터 안에서 30분간 자연 건조를 실시하였다. 그 후, Fig. 1의 (a)와 같이 불소수지를 샘플 표면에 도포 시킨 후 핫 플레이트를 이용해 200 °C에서 15분간 열 경화 과정을 실시하여 표면개질을 수행하였다.

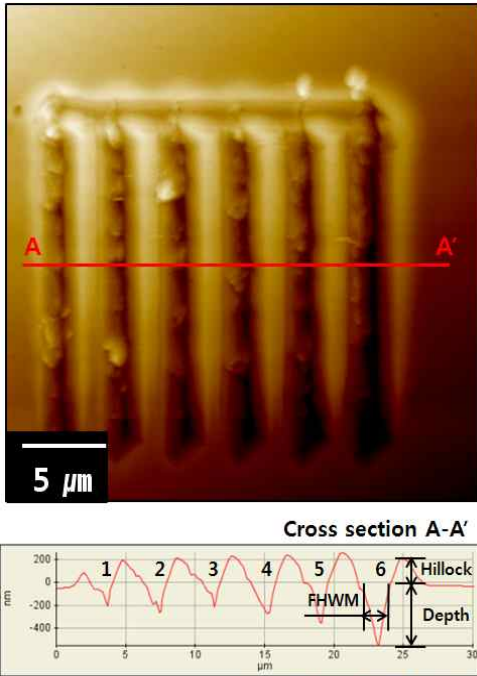


Fig. 2 AFM topography image using micro PCD tools

Table 1 Comparison of lines data

NO.	1	2	3	4	5	6
Force (mN)	1.10	1.26	1.42	1.58	1.74	1.90
Depth (nm)	200	200	200	290	400	600
FHWM (nm)	2	2	2	2	1.5	2
Hillock (nm)	200	200	210	220	230	200

표면 개질 후 자체 제작된 마이크로 PCD공구를 이용하여 20 μm/sec 속도에서 1.10 mN ~ 1.90 mN의 힘으로 Fig. 1의 (b)와 같이 가공 하였다.

3. 결과

구리표면개질을 통한 AFM 기반 초정밀 텍스처링 실험 결과 도포된 불소수지 표면에 마이크로 텍스처링이 가능 하였으며, 마이크로 단위의 정밀한 텍스처가 가공 되었음을 확인 할 수 있었다.

Fig 2는 마이크로 PCD 공구를 이용하여 샘플표면에 가공 힘의 변화에 따른 실험 결과 이미지이다. 가공 힘의 크기의 변화에 따른 실험 결과

Table 1 에서 볼 수 있듯이 1.10 mN ~ 1.42 mN에서의 깊이가 대체적으로 200 nm로 일정하였으며, 1.58 mN 이후에는 깊이가 점점 깊어지는 현상을 관찰 할 수 있었다. 또한 가공 후 Hillock 부분은 가공 힘이 커질수록 높이가 높아지는 경향을 보였으며, FHWM(Full a half width maximum)은 대체적으로 거의 일정한 결과 값을 볼 수 있었다.

4. 결론

본 실험은 구리가 증착된 실리콘 웨이퍼 위에 가공하였던 기존 방식에서 불소수지를 이용한 표면 개질을 실시한 표면에 나노 크기의 텍스처링이 가능함을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 차후 습식에칭공정을 적용한 3차원 구조물을 형성 할 수 있는 새로운 가공 방식을 제시할 수 있다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(2012004235)을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. Tae-Jin Je, Doo-Sun Choi, Eun-Chae Jeon, Eun-Suk Park, Hwan-Jin Choi, " Trends of Flat Mold Machining Technology with Micro Pattern" Journal of the Korean Society of Precision Engineering, 11, 2, 1~6, 2012.
2. Jae Hyun Kim, Hak Joo Lee, Byung Ik Choi, Jae Yoon Kang, Chung Seog Oh, "Mechanical Property Measurement in Nano Imprint Process ", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, 21, 7~14, 2004.
3. Elizabeth J. Smythe, Michael D. Dickey, George M. Whitesides and Federico Capasso " A Technique to Transfer Metallic Nanoscale Patterns to Small and Non-Planar Surfaces" American Chemical Society, 3, 1, 59~65, 2009.
4. Park J W, Kawasegi N, Morita N and Lee D W " Tribonanolithography of Silicon in Aqueous Solution based on Atomic Force Microscopy Applied Physics Letters", American Institute of Physics , 85, 10, 1766~1768, 2004.
5. Lee J M, Kim S H, Park J W "Localized Oxidation of (100) Silicon Surface by Pulsed Electrochemical Processes Based on AFM", Journal of mechanical

science and technology, A 34, 1631-1636, 2010.