

TNL 기반 초소형 PCD 공구를 이용한 수평배열 패턴 제작 Parallel Electrode Tool Array using Micro PCD Tool by TNL-Based Process

*김선호¹, #박정우²

*S. H. Kim¹, #J. W. Park(jwoopark@chosun.co.kr)²

¹조선대학교 첨단부품소재공학과 정밀기계설계전공, ²조선대학교 기계설계공학과

Key words : Tribo Nanolithography(TNL), Poly Crystalline Diamond(PCD), Nano-machining, Atomic Force Microscope(AFM), Nanopatterning

1. 서론

기계적 lithography (Soft lithography) 수행 시 전자 빔의 사용 없이 회로기판으로의 패턴을 이동시킬 때 부드럽고 유연한 재료들이 사용된다.⁽¹⁻³⁾ 하지만 다양 스텝핑 공정을 통한 정확한 패턴을 유지하는 것은 어렵다. 결과적으로 복잡한 기능의 장치를 만들어 내는 것은 어렵다. 따라서 유연한 재질을 이용한 lithography는 일반적으로 전자 빔을 이용한 lithography 기술과 직접적으로 경쟁 할 수 없다. 대신 기계적 lithography는 일반적인 lithography가 할 수 없는 100 나노미터 이하의 곡선모양이나 생물학적인 표면에 사용되어 왔다.⁽⁴⁾ 본 연구에서는 복잡한 공정을 요구하는 유연한 재질을 이용한 lithography 방법을 TNL(Tribo Nanolithography)을 기반으로 기계적인 방법을 이용하여 전도성 높은 고체에 나노 단위(nano-scale)의 미세 패터닝(Micro patterning)을 수행하여 임프린팅 수행을 위한 전극 제작 Process를 제시하였다.

2. 실험 장치 및 방법

본 실험은 구리판을 이용한 Lithography시 자체 개발한 초소형 PCD(Poly crystalline diamond) 공구를 이용하여 기계적인 방법으로 나노 스케일의 미세 패터닝을 수행하여 임프린팅을 위한 구리 전극을 만들기 위한 실험으로 Fig. 1과 같이 먼저 구리판의 기계적 특성을 알아보고, 이를 바탕으로 구리를 스퍼터를 이용하여 웨이퍼 위에 증착하여 전극을 제작하는 과정을 거친다.

나노 단위(nano-scale)의 미세 패터닝에 사용되는 샘플인 구리판 (Nilaco, 1.0×10.0×100.0 mm)은 니트로셀룰로오스를 도포하여 국부적인 영역(5×5 mm)에 대해 펄스 전기화학 폴리싱을 이용하여 표면 평

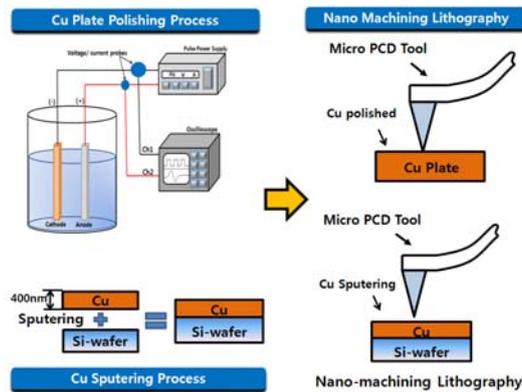


Fig. 1 Scheme of experimental procedure.

활도 향상을 실시하였다. 펄스 전기화학 폴리싱 수행 시 225 Hz, 8 V, 0.5 A, Duty factor 50 %, 2.2ms의 On/Off time을 가지는 펄스를 인가하여 300 sec 동안 반응시켰다. 폴리싱이 완료된 구리판 샘플은 유기 화합물을 제거하기 위해 초음파 세척기에서 순수 세척(3분), 아세톤 세척(3분), 순수세척(3분)순으로 수행하였다. 준비된 샘플은 초소형 PCD 공구를 장착한 AFM(XE-100, PSIA)를 이용하여 나노단위의 기계가공을 수행하였다. 초소형 PCD 공구에 가해지는 힘은 0.79mN부터 3.16mN까지 점진적으로 증가시켜 실험을 수행하였다.

그 후 스퍼터(IS3000, Sunic system)를 이용하여 웨이퍼 위에 400nm의 두께로 구리를 증착하여 구리판과 동일한 세척과정을 거친 후 초소형 PCD공구를 장착한 AFM을 이용하여 0.79mN부터 3.16mN까지 점진적으로 힘을 증가시켜가며 나노단위의 기계가공 실험을 실시하였다.

3. 실험 결과

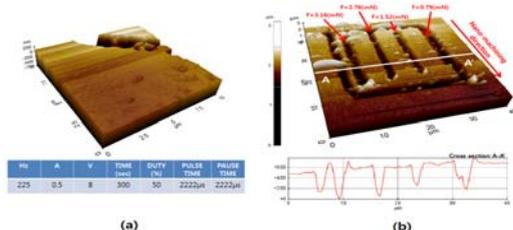


Fig. 2 AFM topographical image of Cu plate. (a) surface treatment using pulse electrochemical polishing (b) micro machined surface according to various normal loads of micro PCD tool

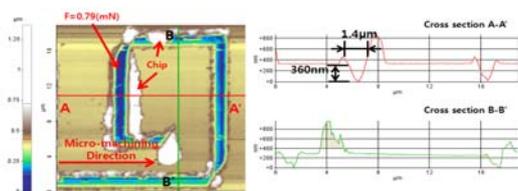


Fig. 3 AFM topographical image of line fabricated using micro PCD tools on wafer deposited Cu powder.(normal load of 0.79mN)

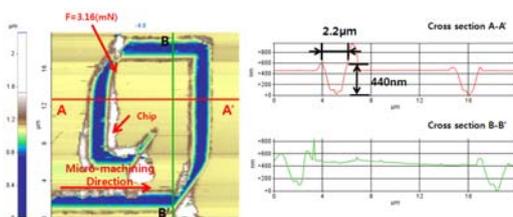


Fig. 4 AFM topographical image of line fabricated using micro PCD tools on wafer deposited Cu powder.(normal load of 3.16mN)

기존의 구리판은 표면의 요철이 매우 심하여 초소형 PCD공구를 이용하여 기계적 가공을 하기 매우 어려움이 많았으나 Fig. 2 (a)와 같이 펄스 전기화학 폴리싱을 이용하면 구리판의 표면을 매우 평활하게 만들어 초소형 PCD공구를 이용한 기계가공을 가능하게 만들어 준다. Fig. 2 (b)는 Fig. 2 (a)를 이용하여 기계가공을 수행한 결과를 보여준다. 0.79mN에서 220nm 깊이의 패턴을 형성하였으며 힘이 증가할 수록 생성되는 패턴의 깊이 또한 증가하여 3.16mN에서 600nm의 깊이를 가지는 패턴을 형성하였다. 기계가공의 진행 방향 끝단에서 약간의 칩들이 발생한 것을 확인 할 수 있었다.

Fig. 3은 Fig. 2 (b)의 결과를 이용하여 400nm의 두께로 구리를 증착한 웨이퍼 표면에 0.79mN의 힘으로 기계가공을 수행한 결과를 보여준다. Fig. 2 (b)에서 보여준 결과와는 달리 패턴의 깊이는 360nm로 더욱 깊은 패턴을 형성하였으며, 다량의 칩이 발생하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 패턴의 폭 역시 상대적으로 매우 작은 것을 확인 할 수 있었다. Fig. 4는 3.16mN의 힘으로 기계가공을 수행한 것으로 440nm의 깊이를 가지는 패턴을 형성한 것을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

본 연구를 통하여 초소형 PCD공구를 이용하여 구리에 대한 마이크로 단위의 기계적 가공을 성공적으로 수행할 수 있었다. 이를 통해 기계적 방식의 lithography 공정에서 보다 정밀한 패턴 구조물 생성을 제어할 수 있으며, 중-대면적의 임프린팅을 위한 전극을 간단한 방법으로 제작할 수 있는 새로운 파라미터를 제시할 수 있었다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(2010-0015241)을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. Xia, Y. N. and Whitesides, G. M. "Soft lithography," *Angew. Chem.*, 37,551-75,1998.
2. Kumar, A., Biebuyck, H. A. and Whitesides, G. M. "Patterning self-assembled monolayers—applications in materials science," *Langmuir*, 10,1498-511,1994.
3. Zhao, X. M., Xia, Y. N. and Whitesides, G. M. "Soft lithographic methods for nano-fabrication," *J. Mater. Chem.*, 7, 1069-74, 1997.
4. Jackman, R. J., Wilbur, J. L. and Whitesides, G. M., "Fabrication of submicrometer features on curved substrates by microcontact printing," *Science*, 269,664-6,1995.
5. Park, J. W., Kawasegi, N., Morita, N. and Lee, D. W., "Tribonolithography of Silicon in Aqueous Solution based on Atomic Force Microscopy," *Applied Physics Letters*, Vol. 85, NO. 10, 1766-1768, 2004.