

# 음향방출센서 및 자성입자연마를 활용한 나노 스케일 패터닝 제어 기술 개발

## Development of Nano Scale Patterning control technology Using Acoustic Emission and Magnetic Abrasive finishing

\*이희환<sup>1</sup>, #이성환<sup>2</sup>, 오소민<sup>1</sup>, 손권<sup>1</sup>

\*H. H. Lee<sup>1</sup>, #S. H. Lee(sunglee@hanyang.ac.kr)<sup>2</sup>, S. M. Oh<sup>1</sup>, Q. Sun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한양대학교 기계설계메카트로닉스공학과, <sup>2</sup> 한양대학교 기계공학과

Key words : Acoustic emission, Magnetic Abrasive finishing, Atomic Force Microscope, Nano Scale

### 1. 서론

현재 AFM (Atomic Force Microscope)를 사용하는 Nano Scale 의 표면 가공, 저장매체 기술, Nano-lithography 등의 많은 산업 분야에 영향력을 미치고 있다. 그러나 질과 양을 동시에 만족하지 못하는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 AFM 을 통해 Micro-Nano Scale structure 를 생성 시킨 후 AE(Acoustic Emission) 을 활용하여 MAF (Magnetic Abrasive finishing) 공정을 제어 및 모니터링 가능한 시스템을 개발함으로써 양과 질을 모두 만족 시키는 공정 시스템을 구축하는 것에 목적을 둔다. 이 시스템중에서 MAF 이 진행되고 있는 가공층에 따른 AE 차이를 분석함으로써, 가공층에 따른 모니터링 과 제어의 가능성을 확인했다.

### 2. 실험

실험재료는 Pyrex glass 표면에 InZnO (IZO) 박막 코팅된 시편을 사용하였다. Pyrex glass 는 열충격이나 온도의 급격한 변화 에 높은 저항력을 가진 유리로서 대량생산이 가능하고 좋은 성형성과 저팽창성이 특징이다. 주로 반도체 장비 부품 등으로 많이 사용된다.

Table 1 Pyrexglass and IZO material properties

Material properties		
Material	Pyrex glass	IZO(50/80nm)
Hardness	4.2Gpa	10.6GPa
Young's modulus	62.75GPa	144.0GPa

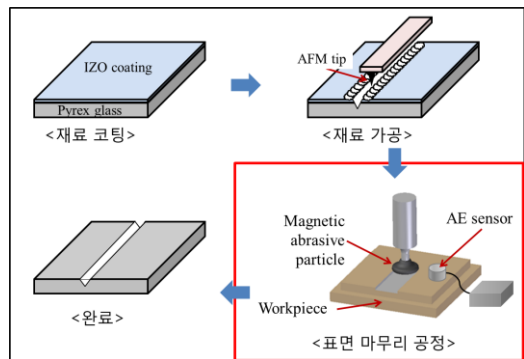


Fig. 1 Schematic of experimental process

InZnO (IZO)는 하드 코팅에 포함된다. 이는 소프트 코팅에 비해 경계층 구분에 유리 하며, 일정 이상의 힘이 발생 시 파손되므로 원재료의 보호용으로 적합하다.

본 실험은 IZO 박막 코팅이 100 nm 로 이루어진 Pyrex glass 를 AFM 을 사용하여 스크레치 한 후 MAF 를 통해 마무리 공정을 실행하며 AE 를 통해 모니터링하였다. AE sensor 의 실험 조건은 Table 2 와 같이 주어졌다. MAF 과정에서 자성 입자로는 Fe, 연마 입자로는 Silica dioxide 를 사용하였고, 결합제에 의해 결합으로 연마제를 제작하였다. 입자크기는 25~75 μm 로써 평균 50 μm 를 사용하였다.

Table 2 AE monitoring condition

AE monitoring condition	
AE sensor	UT-1000
Sampling rate	2 MHz
Pre-amplifier	35 dB

### 3. 실험 결과

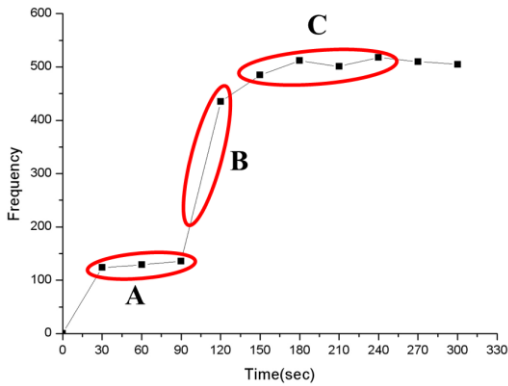


Fig. 2 Frequency analysis (Times)

Fig.2 는 IZO 코팅된 Pyrex glass 를 연마하는 동안 시간에 따른 주파수 분석 값이다. Fig.2 에서 볼 수 있듯이 저주파수에서 진행중이던 작업이 어느 시간 이후 고주파수로 바뀌는 것을 알 수 있었다. 이는 취성 성질이 강한 IZO 코팅층에서 비교적 취성 성질이 약한 Pyrex glass 층으로 넘어가는 구간이 있음을 알 수 있다. 구간 A, 구간 B, 구간 C 에 대한 AE 신호의 주파수 분석을 한 결과를 보면 좀 더 명확하게 알 수 있다.(Fig.3) 시간에 따른 주파수 변화로 볼 때 Pyrex glass 에서 IZO 코팅층이 박리되는 임계 층은 구간 B 라고 할 수 있었다.

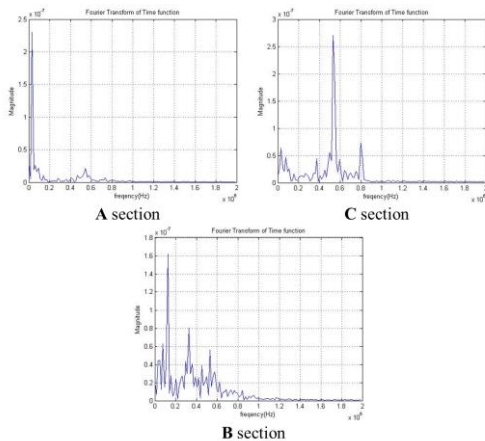


Fig. 3 Frequency analysis (Section)

### 4. 결론

이 실험을 통해 가공이 끝난 후 마무리 공정에서 박막을 AE sensor 를 통해 임계 층 까지만 연마할 수 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 AE sensor 를 통한 제어로 좀 더 빠르고 저렴한 나노 스케일 가공에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

### 후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2011-0012171).

### 참고문헌

1. J. Y. Choi, H. H. Kim, J. H. Park, H. D. Jeong, H. D. Seo, "A Study on Nano-polishing of Injection Molds using Fixed Abrasive Pad", Journal of the KSPE., Vol. 19, No. 10, pp. 212~220, 2002.
2. Nano scale precision polishing characteristics using micro quill and magnetic chain structure," Journal of KSPE, Vol. 21, No. 8, pp. 34-42, 2004.
3. Seol Bim Kim, Byoung Woon Ahn and Seoung Hwan Lee "Characterization of Magnetic Abrasive Finishing Using Sensor Fusion" KSME Journal, Vol. 5, Issue 33, 2009
4. Yasuyuki Akita, Yuki Sugimoto, Mamoru Yoshimoto "Atomic-Scale pattern control of surfaces on functional oxide thin films and glass plate" Journal of Surface Science and Nanotechnology, Vol. 8, pp 44-47, 2010.