

## AE를 이용한 CMP 공정 감시에 관한 연구

박선준, 김성렬, 박범영, 이현섭, 정해도  
 부산대학교 대학원 기계공학부 정밀가공시스템전공

### CMP process monitoring system using AE sensor

Sunjoon Park, Sungryul Kim, Boumyoung Park, Hyunseop Lee, Heado Jeong  
 Precision Manufacturing System Div., Graduate School of Mechanical Engineering, Pusan National Univ.

**Abstract :** This paper compared wired Acoustic Emission (AE) signals with wireless AE signals. According to the material and process condition, each process signal has distinguishable characteristic to show each removal phenomenon. Therefore, wired and wireless AE sensors having different bandwidth are complementary for CMP process monitoring. Especially, the AE sensor was used to investigate abrasive and molecular-scale phenomena during CMP process, which was compatible to acquire high level frequency. In experiment, wireless AE system was used to get signals in rotary system, using bluetooth. But, it is possible to acquire only RMS signals, which can not analyze abrasive and molecular-sale phenomena. Second, wired AE system was installed using mercury slip-ring, which is suitable not only for rotation equipment but also for acquiring original signals. The acquired signals were analyzed by FFT for understanding of abrasive and molecular revel phenomena in CMP process. Finally, we verified that two types of AE sensor with different bandwidth were complementary for CMP process monitoring.

**Key Words :** AE Monitoring system, Wired & Wireless, Mercury slip-ring, Scratch.

### 1. 서 론

화학기계적 연마(CMP)에서는 화학적 기계적 작용에 의한 프로세스에 의해 웨이퍼 표면에서 발생하는 국부적인 부분 뿐만 아니라 전 표면에 대한 미케니즘 분석에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 특히 Cu CMP에서는 많은 결함, 즉, 스크래치나, 스틱 슬립과 같은 결함들이 나타나고 있다. 이러한 결함들은 슬러리, 웨이퍼, 패드 뿐만 아니라 프로세스 상태에 의해 복합적으로 발생하게 되며, 이때에 발생하는 신호 또한 다양하다. 이에 적절한 센서를 선택하여 모니터링 하게 되면 제시 되어진 결함을 줄이는데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 웨이퍼 표면에서 발생하는 고주파 영역대의 신호를 분석하기 위하여 음향방출센서(Acoustic Emission ; AE)를 도입하였다. AE 센서는 높은 주파수 응답으로 연마 과정 동안 마이크로 스크래치, 마이크로 피로, 마이크로 부식등을 감지하는 데 유용한 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 상하부가 모두 회전하는 구조에 AE 센서 부착을 위하여 블루투스를 이용한 무선 AE 시스템과, 수은 슬립링을 이용한 유선 AE 시스템을 개발하여 획득된 신호를 각각의 연마 상태와 상호 비교해 보고자 하였다. 무선 AE 시스템은 전송 속도의 문제로 인하여 RMS 값만 취할수 있었고, 유선 AE 시스템은 원신호를 획득하여 주파수 분석(FFT)을 실시하였다.

### 2. 실험 장치 및 실험

본 연구에서는 두가지 타입의 시스템을 구축하였다. 그림 1.에서 보면 AE 모니터링 시스템은 웨이퍼 뒷면에 AE 센서를 부착하고 이로부터 획득된 신호를 무선 AE 모듈과, 유선 AE 모듈을 통해서 PC로 전송되는 장치로 구성되어 있다. AE 센서는 PAC사의 Nano30s를 사용하였고, 이는 125~750 KHz의 주파수 영역을 가진다. 그리고 사용한 슬립링은 노이즈를 줄이기 위하여 Asiantool사의 A2S 수은 슬립링을 이용하였고 이는 노이즈 특성이 1mΩ 이하로 알려져있다. 또한 획득된 신호는 각각의 모듈을 통하여 NI사의 PXI6163으로 전송되어 신호처리를 하였다.

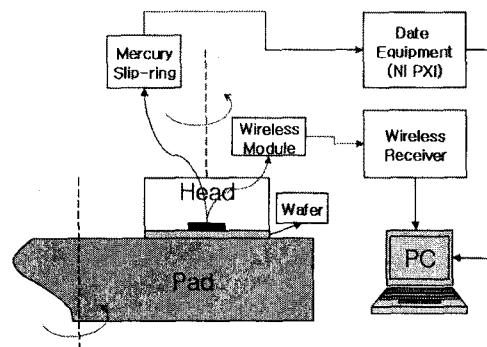


그림 1. 유무선 AE 모니터링 시스템 계략도

### 3. 결과 및 검토

본 연구에서는 화학 기계적 연마 공정 중 발생하는 신호를 유무선 AE 시스템을 이용하여 획득하고 신호 분석을 실시하였다. 구축된 무선 AE 시스템은 신호 전송이 블루투스를 이용하여 전송되기 때문에 AE 원신호의 전송에 어려움이 있어 RMS값으로 변환되어 전송하는 시스템으로 구축되었다. 그래서 그림 2.에서는 Oxide 웨이퍼의 일반 연마시와, in-situ 연마시의 신호변화가 나타남을 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 AE RMS 신호는 웨이퍼 표면이 연마될 때 에너지의 증가로 인해 발생하는 것으로서, 웨이퍼 표면에서 발생하는 미세한 변화를 감지하기에는 어려움이 있다. 이에 원신호의 획득이 필요하다.

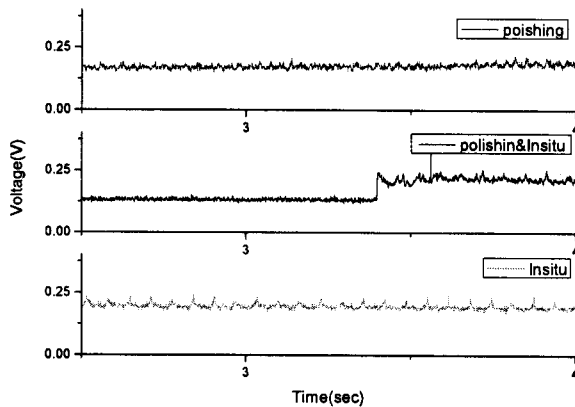


그림 2. Oxide CMP에서의 AE RMS 변화

이에 수은 슬립링을 이용한 유선 AE 시스템은 1MHz의 샘플링 주파수로 신호를 획득하여 주파수 분석을 실시하였다. 연마 조건은 압력 300g/cm<sup>2</sup>, 연마 헤드 및 하정반의 속도는 60/60 rpm, 슬러리(EPL 3wt% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ILD1300) 및 DIW는 30ml/min로 유입하였고, 입자는 30~40 μm의 다이아몬드를 사용하였으며 패드는 IC1400을 사용하였다. 그림 3.은 Cu와 Oxide 연마시에 획득된 AE 원신호를 나타낸다. 연마 후 Cu 표면에서는 입자를 사용한 경우 많은 스크래치가 발생하였음을 육안으로 확인할 수 있었고, 또한 이는 AE 신호의 변화로 나타남을 확인할 수 있었다. 하지만, Oxide 웨이퍼의 표면에서는 육안으로 식별 가능한 스크래치는 거의 발생하지 않았다. 그러나 이러한 원신호의 변화에서가 아니라 특정 주파수에서 발생하는 신호를 찾아내기 위하여 각 신호에 대해 FFT를 실시하였다.

그림 4.는 획득된 원신호를 이용하여 주파수 분석을 실시한 것이다. 입자를 넣고 연마한 경우의 주파수 분석 결과, 주기적인 백색 노이즈가 발생하였지만, Cu의 경우 210~250KHz 사이에서 Oxide에 비해 강한 신호가 많이 발생함을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 슬립링을 이용한 AE 시스템을 이용하여 화학 기계적 연마와 같이 공작물과 가공물이 모두 회전하는 구조의 공정에도 이용 가능성을 확인할 수 있었다.

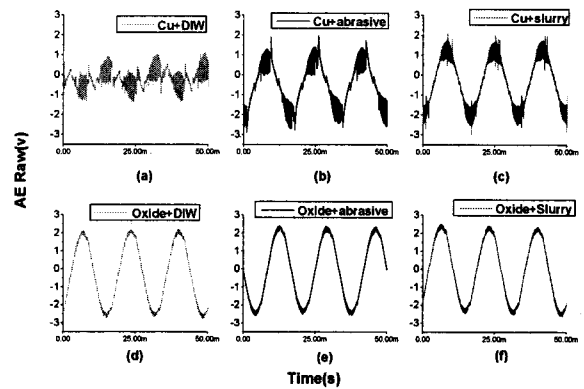


그림 3. Cu와 Oxide 연마시 획득된 AE 원신호

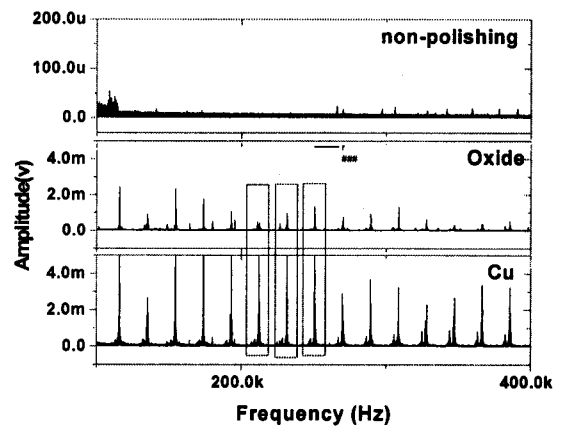


그림 4. Cu와 Oxide의 주파수 분석(FFT)

### 4. 결론

본 연구에서는 화학 기계적 연마 공정에서 스크래치와 같은 미세 신호를 감지하기 위하여 AE를 도입하였고, 또한 가공물 및 공작물 모두 회전하는 구조에서 신호획득을 위하여 유,무선 시스템을 구축하여 신호분석을 실시하였다. 무선에서는 전송 속도에 관한 문제가 해결될 필요성이 있으며, 슬립링을 이용한 무선 시스템에서는 AE를 이용한 미세 신호 감지에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] M., Berman et al., Review of In-Situ & In-line Detection for CMP Applications, Semiconductor Fabtech, 8th edition: 267-274, 1998.
- [2] Y. Lee et al, Acoustic Emission Monitoring for the Diamond Machining of Oxygen-free High-conductivity Copper, J. Materials Processing Technology, 127: 199-205, 2002.
- [3] B. Karpuschewski et al, Grinding Monitoring System Based on Power and Acoustic Emission Sensor, Annals CIRP, 49/1: 235-240, 2000.