

# 사파이어 웨이퍼 기계 연마 가공 상태 감시 시스템 개발

## Development of Mechanical Polishing Process Monitoring System for Sapphire Wafer

\*김철민<sup>1</sup>, #김성렬<sup>1</sup>, 김형제<sup>1</sup>, 서경모<sup>1</sup>

\*C. M. Kim<sup>1</sup>, #S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, H. J. Kim<sup>1</sup>, J. M. Se<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원

Key words : Sapphire Wafer, AE Sensor, Monitoring, Mechanical Polishing

### 1. 서론

사파이어는 알루미늄산화물( $Al_2O_3$ )의 단결정으로서 광학적, 기계적, 열적 특성이 우수하며, 항공우주 및 군사용 광학시스템, 레이더, 고압기 부품, 내마모성 재료 및 반도체의 기판 등과 같은 첨단기술 분야에 사용되고 있다. 특히 최근에는 발광표시소자로 널리 사용되는 LED는 기존 조명등(백열 전구, 형광등)을 대체하기 위한 광원으로 주목받기 시작하면서 LED 기판으로 사용되는 사파이어 웨이퍼의 수요가 급증하면서 대량 생산에 대한 연구가 진행되고 있다.

사파이어는 경도 및 강도가 우수하고, 내구성, 화학적 안정성이 뛰어나다. 그러나 이러한 소재로서의 장점이 기계 가공에 있어서 경도 9의 고난삭재로 일반가공이 어려우며, 연마 제거율이 적은 단점을 가진다. 사파이어 웨이퍼의 가공은 잉곳 성장과 기판가공 공정으로 나뉘게 되는데 사파이어 기계 연마의 경우, 웨이퍼의 형상을 결정하는 공정으로 MOCVD의 공정 수율과 LED의 불량률 결정하기 때문에 사파이어 기판 가공 공정에서 중요한 공정이다. 따라서 사파이어의 생산 능력 향상과 생산 원가 절감, 고성능화를 위해서는 가공 공정 상태를 실시간으로 감시하는 기술이 필요하다.

기계 연마 공정 상태 감시하는 기술로 공구의 파손, 마모 등의 이상 상태 검출을 위한 사파이어 웨이퍼 가공 상태 감시 기술, 정반의 온도 측정을 통해 정반 형상 변화에 의해 웨이퍼 표면 형상의 예측 기술, 그리고 정반과 Wafer Head의 상대 운동 변화에 따라 발생하는 연마력 변화 측정 기술 등이

본 연구에서는 사파이어 웨이퍼 기계 연마 가공 상태 감시 시스템 개발을 위해 AE 센서와 적외선 온도센서, 그리고 전류 측정기를 장비에 장착하여 사파이어 웨이퍼 기계 연마 가공 중 데이터를 수집하여 이상상태 및 최적 가공 조건 확립에 관한 문제점들을 개선시킬 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

### 2. 실험 방법 및 내용

Fig.1 은 실험에 사용한 실험 구성도 이며 Table.1 은 실험에 사용된 장비와 센서의 사양을 나타낸다.

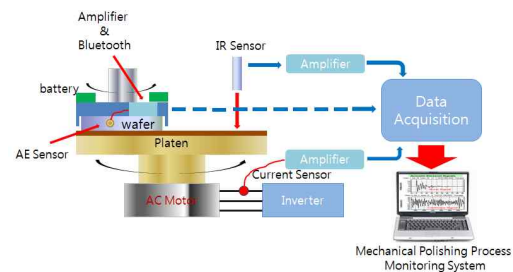


Fig. 1 Experiment Setup of Mechanical Polishing

Table 1 Specification of System Component

System Component	Specification
Machine	NTS. SL910-SFCL
AE Sensor	Nano30 DSP : TI 320F28335 Bluetooth Ver 1.2 Communication Rate : 115.2kbps
IR Sensor	ASAHI A5125-19 IRtec Rayomatic 6
Current Sensor	LeCroy CP150

사파이어 웨이퍼 연마가공 상태 감시를 위해 AE 센서를 사용하였다. AE 센서의 경우 검출 대상과 센서의 위치가 멀어질수록 민감도가 떨어지기 때문에 가공물에 부착시켜 이상상태를 측정하도록 하며, 회전 가공물에 적용하기 위해 블루투스를 이용하여 무선으로 데이터를 수집하도록 하였다. 정반 형상 예측 및 정반의 온도 측정을 위해 적외선 온도센서를 사용 기계 상단에서 정반을 바라보도록 설치하였고 연마력 측정을 위해 정반의 인버터 쪽 전선에 전류측정 센서를 부착하여 AC 모터에 공급되는 전류량을 측정하였다.

실험에 앞서 1차 공정을 통해 정반을 안정시킨 후, 2차 공정의 조건을 통해 실험을 실시하였다. Table 2 는 각 공정의 조건을 나타내었다.

Table 2 Experimental Conditions

	Pressure (MPa)	Platen (rpm)	Carrier (rpm)	Slurry (ml/min)
1st step	0.07	20	30	3
2nd step	0.25, 0.3, 0.35	40	30	3

### 3. 실험 결과

Fig 2 는 실제 기계 연마 가공 중 가공 상태 감시 시스템을 통해 얻은 데이터이다. 0에서 300초까지의 1차 공정으로 안정화 단계이며 그 후 300초부터 2000초까지의 가공이 2차 공정으로 실제 연마 공정을 나타낸다. 1차 공정에서는 가공 초기 AE 센서에서 레벨이 높은 신호가 나온 뒤 점차 낮아지는 것을 확인 할 수 있었다. 인버터에서 2A에서 3A 정도의 전류가 검출되며 온도가 2차 공정과 비교 시 급격하게 증가하여 기계의 안정화 단계에 이르러 하였다. 2차 공정에서는 가공 초기에 AE 신호에서 레벨 높은 신호가 검출되고 점점 낮아지면 계속적으로 가공이 이루어지므로 여전히 높은 레벨의 신호가 나오는 것을 확인할 수 있었다. 전류량은 가공 초기에 최고치를 이루며 그 후 조금 낮아졌다가 일정하게 유지되었으며, 온도 역시 지속적으로 증가하지만 그 변화량이 적은 것을 확인할 수 있었다. 가공 초기에 AE 센서가 강력하게 반응하는 것은 초기에 발생하는 마찰력과 다이아몬드 Slurry 차질 문제 등 가공 초기의 저항 문제로 생각되며, 후반 AE 레벨이 높은 것을 통해서 계속적으로 가공이 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

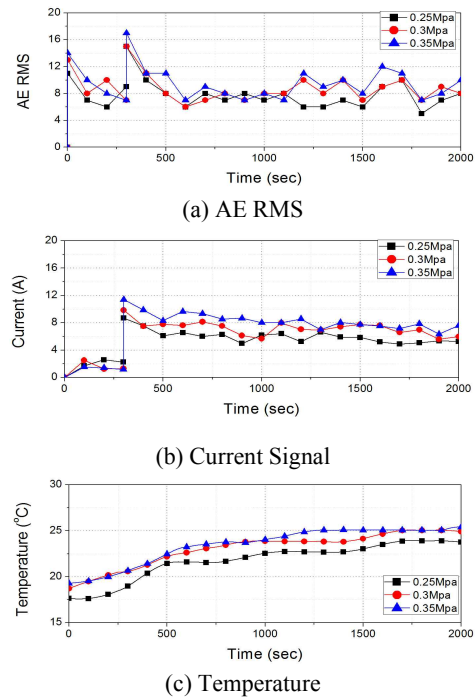


Fig. 2 Result of Experiment on Mechanical Polishing

### 4. 결론

사파이어 웨이퍼 기계 연마 가공 상태 감시 시스템 개발하였고, 이를 실제 장비에 적용하여 그 가능성을 평가하였다.

1. 사파이어 웨이퍼의 이상 상태 측정을 위해 AE 센서, 적외선 온도 센서, 전류측정 센서를 장착 하였으며, 이를 통해 가공 시 가공 상태를 모니터링 할 수 있었다.
2. AE 신호를 통해 현재의 가공 상태를 측정은 물론 전류 측정 센서와 동일하게 연마력을 확인할 수 있다고 생각된다.

### 참고문헌

1. M.V.Swain, M.Wittling, "Comparison of acoustic emission from pointed and spherical indentation of TiN films on silicon and sapphire," Surface and Coatings Technology, 76-77, 528-533, 1995.
2. 김성렬, 김화영, 안중환, "무선 음향방출 검출 시스템 개발과 응용," 한국공작기계학회, 07, 210-215, 2007.
3. 김우순, 김동현, 난바의치, "초정밀 연삭기에 의한 사파이어의 나노가공," 한국공작기계학회 논문집, Vol.12, No.5, 40-45, 2003.