

# 사파이어 기판의 기계연마 가공에서 공정변수가 정반 형상 변화에 미치는 영향

## Effects of Process Parameters on Platen Shape in Sapphire Polishing

\*이상직<sup>1</sup>, 김형재<sup>1</sup>, 이태경<sup>1</sup>, 김도연<sup>1</sup>, #정해도<sup>2</sup>

\*S. J. Lee<sup>1</sup>, H. J. Kim<sup>1</sup>, T. K. Lee<sup>1</sup>, D. Y. Kim<sup>1</sup>, #H. D. Jeong(hdjeong@pusan.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>부산대학교 기계공학부

Key words : Sapphire, Mechanical Polishing, Wear, Platen Shape

### 1. 서론

최근 LED 광원이 디스플레이, 자동차 및 조선해양 관련 조명 등으로 그 적용범위가 확대되면서 그 기판 재료로 사용되고 있는 사파이어 (sapphire) 웨이퍼에 대한 수요 또한 급격히 증가하고 있다[1]. 사파이어는 모스경도 9의 매우 높은 경도를 가지는 경취성 난삭재로 단결정 잉곳 (ingot)에서 기판으로 가공하기까지 복잡다단한 공정을 요구한다. 그중 기계적 연마 (mechanical polishing)는 잉곳의 절단 (sawing)과 래핑 (lapping) 등의 기계적 재료가공에서 발생한 표면의 가공 결함을 제거하고 거칠기와 두께편차 및 평탄도를 향상시키는 핵심 공정이다. 공정 중에 사파이어 웨이퍼는 다이아몬드 연마액이 개재된 상태에서 구리 혹은 구리-레진 재질의 정반에 가압되어 상대운동 하면서 가공되게 되는데, 이와 함께 정반 또한 사파이어 웨이퍼와의 상대운동에 의하여 마멸하게 된다. 이때 정반의 마멸은 정반의 반경 방향에 대하여 공간적으로 불균일한 분포를 가지게 되며 연마 공정조건에 따라서도 서로 다른 경향을 보인다. 이러한 정반의 불균일한 마멸은 안정적인 연마품질의 확보와 효율적인 공정관리에 있어서 심각한 장애 요소로 작용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 사파이어 기판의 기계적 연마 공정의 모델링과 해석을 통하여 공정 변수들이 정반 마멸에 미치는 영향을 조사하고 그 상관관계를 규명하고자 한다.

### 2. 모델링 및 해석

정반 마멸은 Preston's equation에 기초하여 모델링 되었다. 가압에 의해 발생하는 정반과 웨이퍼 사이의 접촉응력은 전면에서 균일하며 정반 마멸은 정반과 웨이퍼간의 상대운동 거리에 비례한다

고 가정하였다[2]. 공정변수는 기하학적인 인자와 기구학적 인자로 분류하여 각각의 영향을 조사하였다. 기하학적 인자로는 캐리어 내의 웨이퍼 배치 조건을 고려하였으며, 기구학적 인자로는 정반과 캐리어의 회전속도를 설정하였다. 사파이어 기판의 기계적 연마공정에 대한 개략도와 공정변수는 Fig. 1과 같으며, 모델링과 해석과 관련된 상세 조건은 Table 1과 같다.

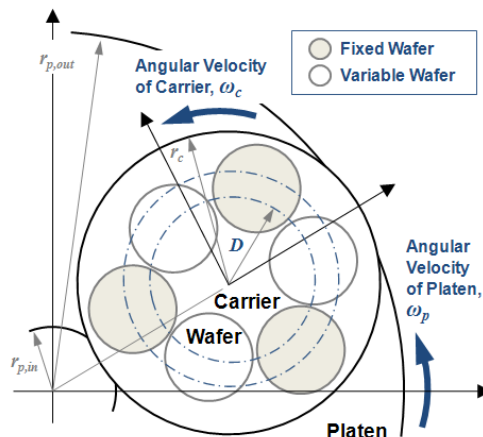


Fig. 1 Schematic view of sapphire batch polishing

Table 1 Simulation and analysis conditions

Parameters	Conditions
Wafer	φ100mm, 6ea/carrier
Platen size	I.D. 210mm, O.D. 914mm
Carrier velocity, ω <sub>c</sub>	7.5 ~ 45rpm
Platen velocity, ω <sub>p</sub>	30rpm
Distances between platen and carrier center	281mm
Distances between carrier and wafer center, D	70 ~ 115mm

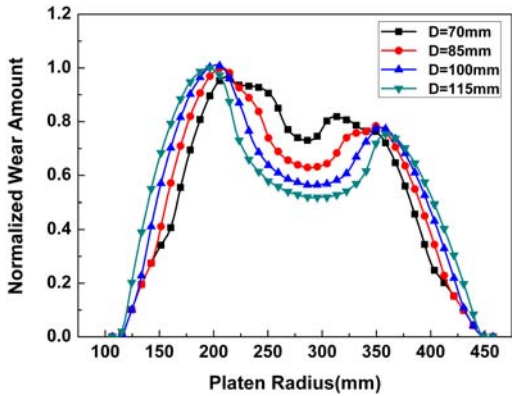


Fig. 2 Distribution of platen wear amount according to wafer arrangement (R=1.00)

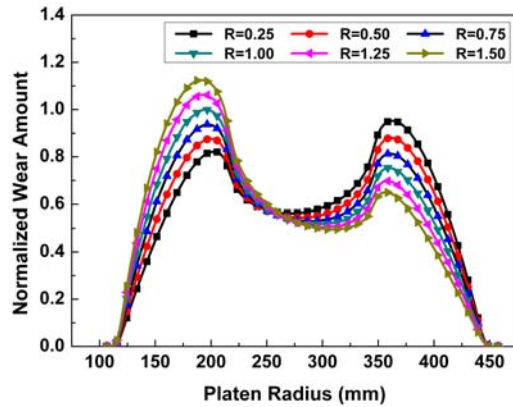


Fig. 3 Distribution of platen wear amount according to rotation ratio (D=115mm)

### 3. 공정변수와 정반 마멸 특성과의 상관관계

캐리어 내의 웨이퍼 배치에 따른 기하학적 인자의 변화가 정반 마멸 분포에 미치는 영향을 조사한 결과를 Fig. 2에 나타낸다. 정반과 캐리어의 회전속도는 30rpm으로 같게 하였으며, 3장의 웨이퍼는 캐리어와의 중심거리 115mm에 고정하였고 나머지 3장의 웨이퍼는 캐리어와의 중심거리(D)를 70~115mm까지 변화시켰다. 공통적으로 전반적인 마멸량의 분포는 정반의 반경 방향을 따라 2-Peak Function의 형태를 가졌으며, 정반 내측이 외측보다 더 많이 마멸되면서 정반 면에 음(negative)의 구배를 발생시켰다. 그리고 캐리어와 웨이퍼 간의 중심거리 D가 증가할수록 각 Peak는 정반의 내외측으로 이동하면서 중앙부의 마멸량은 점차 감소하면서 전체적인 마멸 형상에 영향을 미쳤다.

연마 공정의 기구학적 인자인 캐리어와 정반의 회전속도가 정반 마멸에 영향을 살펴보았다. 두 기구학적 인자들의 관계는 정반 회전속도에 대한 캐리어의 회전속도비(rotation ratio, R)로 관계지어졌다. Fig. 3은 회전속도비의 변화에 따른 마멸량의 공간적 분포를 나타낸다. 결과에서 알 수 있듯이, R=0.5 부근에서 정반의 마멸은 내측과 외측이 구배를 가지지 않는 서로 대칭되는 형상을 가지고 있다. 그리고 R>0.5의 경우, 정반 외측부분에 비하여 내측부분의 마멸량이 많아지면서 음의 구배가 발생하여 정반 전체적으로 오목한 형상으로 바뀌게 되었으며, R의 증가에 그 경향은 더욱 두드러졌다. 반대로 R<0.5의 경우에는, 정반의 내측에 비하여 외측의 마멸량이 더 많아져 양(positive)의 구배가

발생하면서 정반 전체의 형상은 볼록한 형상이 되는 것으로 나타났다.

### 4. 결론

본 연구에서는 사파이어 기관의 연마에서 공정변수가 정반 마멸 형상에 미치는 영향을 조사하였다. 공정변수는 웨이퍼의 캐리어 배치에 따른 기하학적 인자의 변화와 정반에 대한 캐리어 회전속도의 변화에 따른 기구학적 인자의 측면에서 살펴보았다. 연구결과, 기하학적 인자는 정반 마멸에 있어서 반경방향의 공간적 분포의 전체적인 형상을 결정하였다. 회전속도비에 의해 결정지어지는 기구학적 인자는 정반 마멸에 있어서 반경방향의 기울기와 정반 전체 형상에 영향을 미쳤다.

향후, 본 연구의 내용을 실험적인 방법을 통하여 이론적인 해석 결과와의 상관관계 규명 및 현상 검증이 필요할 것으로 판단되며, 이와 더불어 정반의 형상을 정밀하게 측정하고 평가하기 위한 방법과 장치에 대한 연구 또한 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. Yole Development, "Sapphire Market 2010", www.yole.fr.
2. S. Lee, S. Jeong, K. Park, H. Kim, H. Jeong, "Kinematical Modeling of Pad Profile Variation during Conditioning in Chemical Mechanical Polishing," Japanese Journal of Applied Physics, **48**, 126502, 2009.