

평평공정의 헤드가압방식에 따른 사파이어 웨이퍼 형상 변화 특성 연구

Study on the Effect of a Pressurizing Head on the Shape of a Wafer in Mechanical Lapping of Sapphire

*이태경¹, #김형재¹, 이상직¹, 김도연¹, 정혜도²

*T. K. Lee¹, #H. J. Kim(hyjakim@kitech.re.kr)¹, S. J. Lee¹, D. Y. Kim¹, H. D. Jeong²
¹한국생산기술연구원, ²부산대학교

Key words : Polishing, Diamond lapping, Sapphire wafer, Flatness, Diamond Slurry, LED, Bow, TTV

1. 서론

LED의 핵심소재인 사파이어 웨이퍼(Sapphire wafer)는 알루미늄이나 분말을 단결정 사파이어 잉곳(ingot)으로 성장시킨 후 와이어 절단(Wire Saw), 랩핑(Lapping), 외주 연삭(Edge Grinding), 다이아몬드 랩핑(Diamond Lapping), CMP(Chemical Mechanical Polishing) 공정을 거쳐 만들어 진다.

이 중 다이아몬드 랩핑 공정은 구리나 레진구리 정반에 2~6 μm 정도의 다이아몬드 슬러리(diamond slurry)로 고속 가공하는 공정으로 원하는 웨이퍼의 두께와 평탄도를 맞추는 것이 목적이다. 또한 다이아몬드 랩핑은 웨이퍼의 형상을 결정하는 마지막 공정으로써 웨이퍼의 Bow와 TTV(Total Thickness Variation)를 결정한다. 이러한 웨이퍼 형상 특성은 랩핑 이후 공정인 CMP 공정 시간과, MOCVD 수율에 직결되기 때문에 매우 중요한 요소이다.

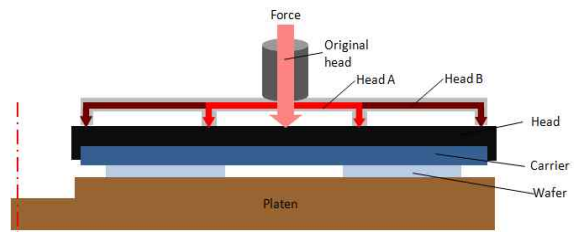
본 연구에서는 다이아몬드 랩핑 공정 중 헤드 가압방식을 변화시켜 웨이퍼에 가해지는 압력 분포에 변화를 주고 웨이퍼를 연마가공한 후 연마된 웨이퍼의 두께(thickness)를 측정하여 헤드 가압 방식에 따른 웨이퍼의 형상 변화 특성의 경향성을 찾고자 한다.

2. 실험 방법 및 내용

다이아몬드 랩핑 장비는 NTS사의 SL910-SFCL를 사용하였으며 연마액(Slurry)은 3 μm 다이아몬드 연마액을 이용하여 4인치 웨이퍼를 연마가공하였다. 사용된 정반은 레진구리(Rejin Cu)로 직경은 914mm이다. 기존헤드(Original head)와 제작된 헤드(Head A, Head B)는 Fig. 1과 같다. 기존헤드는 중심부에 전체 힘이 가압됨으로써 웨이퍼의 중심부에 압력이 집중되게 된다. 제작된 헤드는 기존헤드에 결합되어 웨이퍼의 안쪽 부분과 바깥쪽 부분을 각각 가압한다.



(a) Original head (b) Head A (c) Head B



(d) Acting force of each head

Fig. 1 Schematics of head shape and acting force

정반의 형상이 웨이퍼의 형상에 미치는 영향을 배제하기 위하여 평평한(Flat) 형상으로 만들어 실험하였으며, 각 실험에 사용된 정반은 914mm 직경 내에서 15 μm 이내의 평탄도를 가지는 것으로 측정되었다. 실험 전 캐리어(Carrier)에 왁스를 이용하여 6개의 웨이퍼를 부착하여 Table 1과 같은 실험조건으로 동일하게 유지하며 두가지 헤드 가압 방식에 대한 실험을 하였다. 1차 공정(1st step)은 정반을 안정화시키기 위한 예비연마(charging)이고 2차 공정(2nd step)은 실험을 위한 실제 연마가공 단계이며 압력은 각 웨이퍼에 작용하는 면압력이다.

Table 1 Experimental conditions

	pressure (g/cm ²)	time (min)	platen (rpm)	carrier (rpm)	slurry (ml/min)
1st step	228	20	20	30	3
2nd step	430	60	30	30	3

3. 실험 결과

다이아몬드 랩핑 후 연마가공된 4인치 웨이퍼를 Fig. 2와 같이 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 웨이퍼의 중심을 기준 0으로 세라믹 평판 바깥쪽을 -, 안쪽을 +로 하여 15mm간격으로 웨이퍼 1장당 7포인트를 측정하였다.

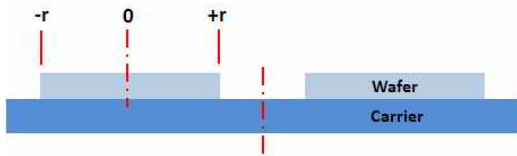
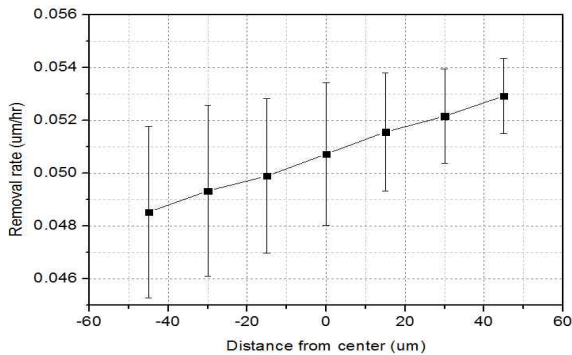
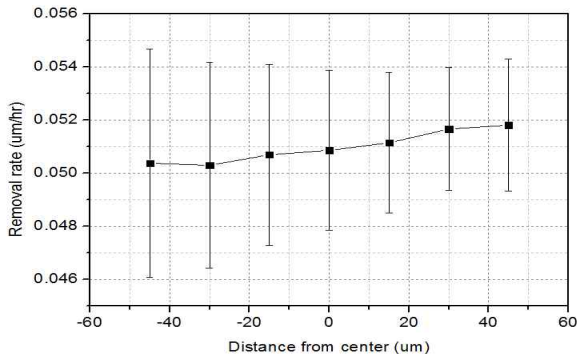


Fig. 2 Measurement points of wafer on a carrier



(a) Removal rate using head A



(b) Removal rate using head B

Fig. 3 Measured data of sapphire wafer removal rate after diamond lapping

Head A를 이용하여 연마한 경우는 웨이퍼의 안쪽과 바깥쪽의 연마량 차이가 $4.4 \mu\text{m}$ 로 웨이퍼의 안쪽 연마량이 더 크며, Head B의 경우 연마량 차이가 $1.4 \mu\text{m}$ 로 역시 안쪽 연마량이 더 컸지만 안쪽 연마량이 줄어들고 바깥쪽 연마량이 늘어남으로써 연마량의 차이가 줄어든 것을 볼 수 있었다. 즉, 헤드를 가압해 주는 위치가 안쪽에서 바깥쪽으로 변함에 따라 웨이퍼의 바깥쪽 연마량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

아래 Fig. 4는 기존 헤드를 사용하였을 경우 웨이퍼에 가해지는 압력 분포이다. 캐리어의 중심을 가압함으로써 웨이퍼의 안쪽 부분에 압력이 집중됨으로써 웨이퍼의 안쪽 연마량이 큰 것을 해석을 통해 다시 한번 확인하였다.

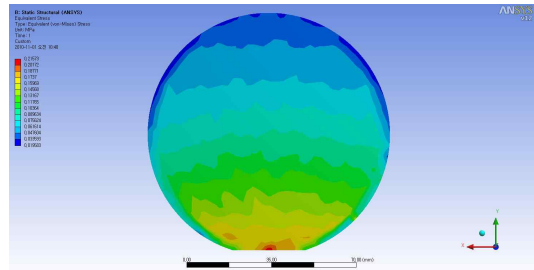


Fig. 4 Analysis of Pressure on wafer at original head

4. 고찰 및 결론

헤드가압 방식을 변화시키면서 그에 따른 웨이퍼 형상 변화의 경향성을 연구하였다. 헤드의 바깥쪽을 가압하는 경우 웨이퍼의 바깥쪽(-r)에 가해지는 압력이 크에도 불구하고 바깥쪽의 연마량이 더 크지 않은 이유는 열변형으로 인하여 정반 형상이 바뀌어 웨이퍼에 작용하는 압력 분포가 바뀌었기 때문으로 사료된다. 웨이퍼의 형상을 가공 전에 예측하고 컨트롤하기 위해 차후 정반의 열변형에 대한 웨이퍼의 형상변화에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. C.J. Evans, E. Paul, D. Dornfeld, D.A. Lucca, G. Byrne, M. Tricard, F. Klocke, O. Dambon, B.A. Mullany, "Material Removal Mechanisms in Lapping and Polishing," CIRP Annals - Manufacturing Technology, 52, 611-633, 2003
2. Toshiro K. Doi, Toshio Kasai, Hans K. Tonshoff, "Lapping and Polishing," Handbook of Ceramic Grinding & Polishing, 354-442, 1999.
3. XiaoKai Hu, Zhitang Song, Zhongcai Pan, Weili Liu, LiangCai Wu, "Planarization machining of sapphire wafers with boron carbide and colloidal silica as abrasives," Applied Surface Science, 255, 8 230-8234, 2009