

랩핑 정반 형상에 따른 사파이어 웨이퍼 형상 변화 특성 연구

Study on the Effect of a Platen Flatness on the Shape of a Wafer in Mechanical Lapping of Sapphire

*이태경¹, #김형재¹, 조형호¹, 류호연¹, 정해도²

*T. K. Lee¹, #H. J. Kim(hyjakim@kitech.re.kr)¹, H. H. Jo¹, H. Y. Ryu¹, H. D. Jeong²

¹한국생산기술연구원, ²부산대학교

Key words : Polishing, Diamond lapping, Sapphire wafer, Platen shape, Diamond Slurry, LED

1. 서론

각종 디스플레이, TV BLU, 신호등, 자동차 등 LED의 수요가 늘어나고, 기존 조명들도 전력 효율이 높은 LED로 교체되면서 차세대 광 기술로서 LED가 각광받고 있다. 이러한 경향에서 LED의 핵심소재인 사파이어 웨이퍼(Sapphire wafer)에 대한 관심도 더욱 높아지고 있다.

사파이어 웨이퍼의 가공은 크게 원재료로부터 잉곳 성장과 기판가공 공정으로 나눌 수 있다. 기판가공 공정은 와이어 절단(Wire Saw), 랩핑(Lapping), 외주 연삭(Edge Grinding), 다이아몬드 랩핑(Diamond Lapping), CMP(Chemical Mechanical Polishing) 공정으로 다시 나누어진다. 가공 공정 중 다이아몬드 랩핑은 웨이퍼의 형상을 결정하는 공정이다. 이러한 웨이퍼의 형상은 MOCVD의 공정 수율과 직결 되어 LED의 불량률 결정하기 때문에 다이아몬드 랩핑은 사파이어 기판 가공 공정에서 중요한 공정이다.

본 연구에서는 다이아몬드 랩핑 공정 중 정반(Platen)의 형상을 변화시켜 사파이어 웨이퍼를 연마가공하고, 연마된 웨이퍼의 두께(thickness)를 측정하여 정반 형상에 따른 웨이퍼 표면 형상의 경향성을 찾고자 한다.

2. 실험 방법 및 내용

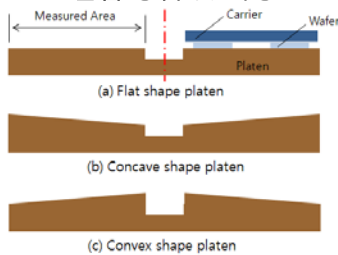


Fig. 1 Schematics of platen shape and their definition

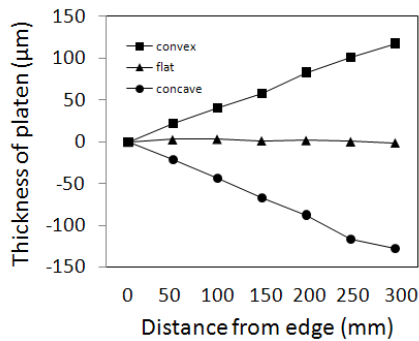


Fig. 2 Measured data of platen flatness

다이아몬드 랩핑 장비는 NTS사의 SL910-SFCL를 사용하였으며 연마액(Slurry)은 NTS사의 3 μm 다이아몬드 연마액을 이용하여 4인치 웨이퍼를 연마가공하였다. 사용된 정반은 레진구리(Rejin Cu)로 직경은 914mm이다.

레진구리 정반의 형상은 볼록한(Convex) 형상, 평평한(Flat) 형상, 오목한(Concave) 형상으로 나누어 실험하였다. 볼록한 형상의 경우 +117 μm로 + 0.022°의 기울기이며, 오목한 형상의 경우 -128 μm로 - 0.024°의 기울기를 가진다. 각 정반 형상은 Fig. 1과 같으며 형상별 측정된 데이터는 위 Fig. 2와 같으며 정반의 최외각을 기준으로 50mm 간격으로 측정하였다.

실험 전 세라믹 캐리어(Carrier)에 왁스를 이용하여 웨이퍼를 접착하였다. 3개의 세라믹 캐리어에 각각 6개의 사파이어 웨이퍼를 부착하여 Table 1과 같은 실험조건으로 동일하게 유지하며 세 가지 정반 형상에 대한 실험을 하였다. 1차 공정(1st step)은 정반을 안정화시키기 위한 예비연마(charging)이고 2차 공정(2nd step)은 실험을 위한 실제 연마가공 단계이다.

Table 1 Experimental conditions

	pressure (g/cm ²)	time (min)	platen (rpm)	carrier (rpm)	slurry (ml/min)
1st step	198	20	20	30	3
2nd step	380	60	30	30	3

3. 실험 결과

다이아몬드 랩핑 후 연마가공된 4인치 웨이퍼를 접촉식 3차원 측정기를 이용하여 측정한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 웨이퍼의 중심을 기준 0으로 세라믹 평판 바깥쪽을 -, 안쪽을 +로 하여 10mm간격으로 웨이퍼 1장당 9포인트를 측정하였다

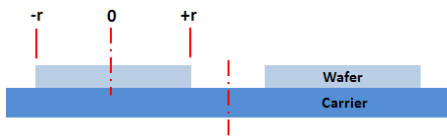
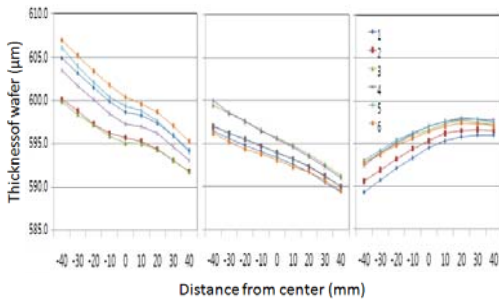


Fig. 3 Measurement points of wafer on a carrier



(a)convex (b)flat (c)concave

Fig. 4 Measured data of sapphire wafer thickness after diamond lapping

볼록한 정반형상 및 평평한 정반형상의 경우는 각각 캐리어의 중심에 가까운 쪽이 평균 10.2 μm, 7.5 μm 정도 얇게 가공되었으며 오목한 정반형상에서는 반대로 캐리어의 중심에 가까운 쪽이 평균 5.9 μm 두껍게 가공이 되었다. 정반 형상이 볼록한 형상에서 오목한 형상으로 변함에 따라서 웨이퍼의 형상도 바깥쪽이 두꺼운 형상에서 안쪽이 두꺼운 형상으로 변하는 것을 확인할 수 있었다

4. 고찰 및 결론

정반의 형상을 변화시키면서 그에 따른 웨이퍼 형상 변화의 경향성을 연구하였다. 랩핑 공정에서 웨이퍼 형상에 영향을 미치는 요인은 크게 웨이퍼와 정반사이의 상대운동과, 웨이퍼에 작용하는 압

력으로 나눌 수 있다. 이 실험에서는 웨이퍼 형상에 영향을 미치는 인자에서 기구학적 요인을 배제하기 위해 정반과 캐리어의 회전수를 동일하게 하여 정반 형상의 영향만을 평가하였다.

정반의 형상에 따라서 웨이퍼의 형상이 바뀌는 이유는 웨이퍼에 작용하는 압력이 정반 형상에 따라 바뀌기 때문이다. 볼록한 정반 형상에서는 캐리어 중심 부분(+r)과 정반과의 접촉면압이 높아서 +r 쪽의 연마가 많이 되며, 오목한 정반 형상에서는 캐리어 바깥 부분(-r)과 정반과의 접촉면압이 높아 -r 쪽의 연마가 많은 것으로 판단된다. 평평한 정반 형상의 경우는 정반의 형상의 영향보다는 캐리어에 압력을 가할 때 응력이 캐리어의 중심에 집중되는 현상으로 캐리어 중심에 가까운 +r 쪽이 연마가 많이 되는 것으로 사료된다.

본 연구를 통해 정반 형상에 따른 웨이퍼 형상을 예측하는데 적용하여 웨이퍼의 두께편차(TTV)를 줄이는데 적용할 수 있을 것이며, 앞으로 웨이퍼 형상에 영향을 미치는 다른 인자들이 연구 된다면 가공조건이나 웨이퍼 사이즈가 바뀌어도 웨이퍼의 형상을 예측할 수 있을 것이다.

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. S.W. Hwang, G.S. Shin, K.J. Kim, N.S. Suh, "A Study on the Micro-lapping process of Sapphire Wafers for Optoelectronic Devices," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, 21,2004
4. 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