

웨이퍼 평탄도 향상을 위한 단면래핑 공정 인자 제어 Controlling of Process Parameters to Improve Flatness of Wafers in Single Side Lapping

*이태경¹, #김형재¹, 이상직¹, 김도연¹, 박철진¹, 정해도²

*T. K. Lee¹, #H. J. Kim(hyjakim@kitech.re.kr)¹, S. J. Lee¹, D. Y. Kim¹, C. J. Park¹, H.D.Jeong²
¹한국생산기술연구원, ²부산대학교 기계공학부

Key words :single side lapping, sapphire wafer, flatness, LED, polishing, diamond slurry

1. 서론

최근 LED 광소자의 기술발달과 함께 초고휘도 LED 광소자가 개발되어, LED칩의 핵심소재인 사파이어 웨이퍼의 평탄도가 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 웨이퍼 위에 MOCVD 공정을 통해 GaN와 같은 질화물계의 에피층을 형성한 후 그 위에 전기적 기능을 담당하는 소자를 형성 하고 배선 공정을 통해 LED 칩이 제작되므로 웨이퍼의 평탄도는 LED의 수율과 직결되어 매우 중요한 요소이다^[1].

단면래핑은 웨이퍼의 평탄도를 결정하는 마지막 공정으로, 회전하는 정반(Platen)에 웨이퍼를 가압하면서 회전시키고 연마액을 공급하여 웨이퍼를 가공한다. 단면래핑에서는 정반의 온도, 웨이퍼 가압 헤드와 정반의 회전 속도비, 헤드의 압력 분포 등과 같은 인자들이 웨이퍼의 평탄도에 영향을 미친다^[2].

본 연구에서는 단면래핑에서 각각의 공정 인자들이 웨이퍼의 평탄도에 미치는 영향을 분석하고 이러한 인자들을 이용하여 웨이퍼의 평탄도를 향상시킬 수 있는 방안을 찾고자 한다.

2. 실험 방법 및 내용

각각의 실험에서 공통적으로 3 μ m 다이아몬드 연마액을 3ml/min으로 공급하여 캐리어에 왁스 부착된 6장의 4인치웨이퍼를 연마하였다. 단면래핑에 사용된 정반은 레진구리로 Fig. 1과 같이 중심이 바깥 보다 150 μ m정도 높은, 볼록한 형상의 정반에서 연마를 하였으며, 일반적으로 이러한 조건에서는 우수한 TTV를 얻을 수 없다. 그러나 본 실험에서는 정반의 형상조건이 최적이지 아닌 상태에서 기타 인자를 조절한 경우 웨이퍼 가공 후 TTV의 개선효과를 확인하기 위해 볼록한 형태의 정반을 사용하여 실험하였다. 연마된 웨이퍼는 Fig. 2와 같이 웨이퍼의 중심을 0으로 하여 -r에서 r까지 20mm 간격으로 웨이퍼의 두께를 5점 측정하였다.

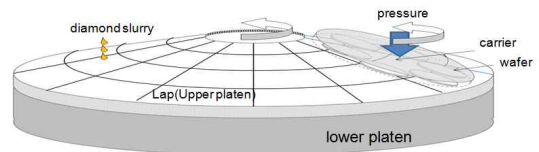


Fig. 1 Schematic of single side lapping process

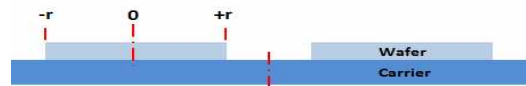


Fig. 2 Measurement points of wafer thickness on a carrier

3. 가공 중 정반 온도

가공 중 발생하는 마찰열에 의한 정반의 열변형은 웨이퍼의 평탄도에 영향을 준다. 이러한 영향을 알아보기 위하여 가공 중 정반의 온도를 제어하면서 웨이퍼를 연마하였다. 가공 전 정반의 온도는 21 $^{\circ}$ C, 가공 중 정반의 온도를 외부 칠러를 이용하여 25 $^{\circ}$ C, 21 $^{\circ}$ C로 제어하였을 때 얻은 TTV 결과는 Fig. 3과 같다. 25 $^{\circ}$ C에서 연마한 웨이퍼의 평탄도는 18.2 μ m, 21 $^{\circ}$ C는 15.0 μ m로 정반의 온도 상승을 억제한 결과 더 좋은 평탄도를 얻을 수 있었으며, 온도가 낮은 경우 정반의 변형이 억제되기 때문에 TTV가 향상되는 것으로 생각된다.

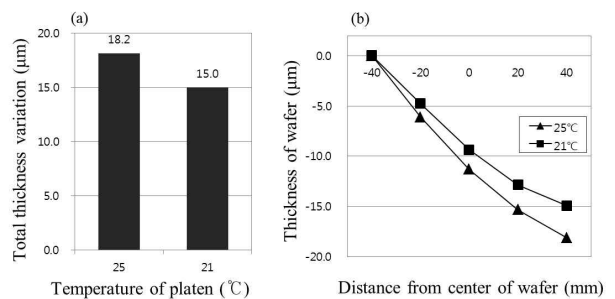


Fig. 3 (a)Total thickness variation(TTV) and (b)thickness of wafer by the temperature

4. 웨이퍼와 정반의 속도비

가공 중에는 웨이퍼와 정반이 회전하면서 서로 상대운동을 하는데, 이 둘의 속도비에 따라 웨이퍼의 이동거리(sliding distance)가 달라질 수 있다^[3]. 이러한 영향을 확인하기 위하여 정반의 회전속도를 고정하고 웨이퍼의 회전속도를 바꿔가면서 연마실험을 진행하였고 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 속도비가 1:1일 때의 평탄도가 18.3 μm 로 가장 좋았으며, 속도비가 1에서 멀어지는 경우에는 차이가 크진 않지만 평탄도가 나빠지는 것을 볼 수 있었다.

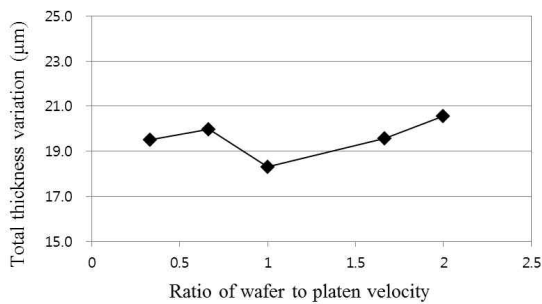


Fig. 4 TTV of wafers by the ratio of velocity

5. 헤드의 압력 분포

웨이퍼가 왁스 부착되어 있는 캐리어와 이를 가압하는 헤드 사이에 압력 수정링을 부착하여 웨이퍼에 가해지는 압력분포를 바꾸었다. 압력 수정링의 외경은 360mm로 고정하고 내경을 R로 하여 R 값을 변화시키면서 연마를 한 후 각 웨이퍼의 평탄도를 측정하고 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 초기 평탄도(R=0)가 22.9 μm 였으며 r값이 커짐에 따라 평탄도는 점점 좋아져서 r=160일 때 14.6 μm 로 개선됨을 볼 수 있다.

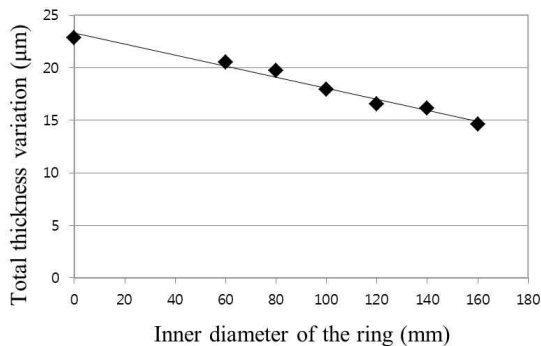


Fig.5 TTV of wafers by inner diameter

6. 결론

단면 래핑 공정에서 웨이퍼의 평탄도에 영향을 미치는 인자들을 살펴보고 각 인자들이 미치는 영향을 실험을 통해 확인하였다. 정반이 불록한 경우 정반의 냉각수 온도를 낮게 한 경우 정반이 온도에 의해 변형하는 것을 방지하여 TTV를 향상시킬 수 있으며 따라서 정반의 열변형을 최대한 억제하는 것이 웨이퍼의 평탄도를 유지하는데 유리함을 알 수 있다.

웨이퍼와 정반의 속도의 차이가 발생하게 되면 기구학적 요인의 영향이 발생하게 된다. 즉, 웨이퍼 각 미소영역의 이동거리에서 차이를 발생하게 되고 이는 연마 불균일로 나타나 웨이퍼의 평탄도를 악화시킨다. 실험 결과에서도 볼 수 있듯이 웨이퍼와 정반의 속도비가 1일 때 가장 평탄도가 좋으며 속도비가 1이 아닐 때는 평탄도가 나빠지는 것을 볼 수 있으나 그 영향은 크지 않음을 알 수 있다.

정반이 불록한 경우 웨이퍼의 형상은 Fig. 3의 (b) 처럼 캐리어의 안쪽 부분이 더 낮은 오목한 형상을 보인다. 따라서 압력 수정링을 이용하여 캐리어의 바깥 쪽 부분을 가압해줌으로써 바깥쪽 부분의 연마량을 크게 하여 웨이퍼의 평탄도를 개선시킬 수 있다. 반대로 오목한 정반에서 연마한 경우 불록한 형상의 웨이퍼가 나오고, 압력 수정링의 외경을 줄여 캐리어의 안쪽을 가압해 줌으로써 웨이퍼의 안쪽 연마량을 높이고 평탄도를 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Toshiro K. Doi, Toshio Kasai, Hans K. Tonshoff, "Lapping and Polishing," Handbook of Ceramic Grinding & Polishing, 354-442, 1999.
2. 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
3. H. J. Kim, H. D. Jeong, "Effect of Process Conditions on Uniformity of Velocity and Wear Distance of Pad and Wafer during Chemical Mechanical Planarization," Journal of Electronic Materials, Vol. 33, No. 1, 2004