

웨이퍼 Final polishing의 온도 변화에 따른 가공 특성에 대한 연구

Evaluation of the Temperature Variation in Wafer Final Polishing

원종구¹, *이정택¹, #이은상², 이상렬³

J. K. Won¹, *J. T. Lee¹, #E. S. Lee(leees@inha.ac.kr)², S, R, Lee³

¹ 인하대학교 기계공학과 대학원, ²인하대학교 기계공학과, ³TIC 덕흥공업

Key words : 300mm Wafer, Polishing, Optimum Condition, Down Force, Temperature Variation.

1. 서론

최근 반도체 시장은 200mm(8") 웨이퍼에서 300mm (12") 웨이퍼로 빠르게 전환되고 있다. 요즘의 대부분의 반도체 칩은 200mm(8") 웨이퍼나 150mm(6") 웨이퍼로 만들어 진다. 300mm 웨이퍼는 200mm 웨이퍼에 비하여 2배 이상의 생산수율을 낼 수 있는 장점이 있다. 반도체 시장은 이미 300mm 웨이퍼 시장으로 활성화되기 시작했고 주 생산업체는 이러한 300mm 웨이퍼에 대한 반도체 기술을 가진 업체가 앞으로 반도체 시장을 주도할 것으로 예상된다¹. 300mm 웨이퍼로의 전환시점에서 가장 두드러진 현상은 과거의 한 업체에서의 경비가 창출되는데 반하여 대부분의 비용이 장비 시장에 기인한다. 300mm 웨이퍼의 특수성으로 인해 대부분의 총체적인 연구가 행해지기 어려워 300mm 웨이퍼에 대한 폴리싱에 대하여 아직까지 완벽하게 밝혀진 바가 드물다².

본 연구에서는 300mm 웨이퍼의 폴리싱에 대하여 로드셀과 온도센서를 적용하여 가공 시 발생하는 신호를 분석하여 압력과 온도에 대한 가공 영향을 분석 평가하였다. 온도 측정을 위하여 헤드와 plate와 접촉면 부분에 10cm로 띄어 반경 5cm의 범위로 측정 하였다. 본 연구의 가장 중요한 목적중의 하나는 웨이퍼의 표면 거칠기에 영향을 미치는 주된 인자의 상호간의 관계를 규명하여 대구경 웨이퍼에서 가장 중요한 균일 가압에 대하여 분석하였다. 또한 측정된 신호 들은 가공 조건에 대한 영향을 보다 세밀하게 분석 할 수 있었다. 그리고 최종적으로 최적의 가공조건을 선정하는데 영향을 주었다.

2. 300mm wafer polishing

웨이퍼의 폴리싱은 화학적인 요소와 기계적인 요소가 복합된 공정으로써, 기계적인 요소는 슬러리에 포함된 연마입자에 의한 제거가공이며 화학적인 요소는 웨이퍼 표면에서의 화학적인 반응 현상이다. 기계적인 요소는 폴리싱 패드, 연마입자, 웨이퍼 표면과의 상호 물리적인 작용과 관계가 있다. 화학적인 요소는 주로 슬러리의 점성과 pH값, 웨이퍼의 상대속도, 연마입자의 크기와 경도, 패드의 성질, 웨이퍼 곡률 등에 좌우되는 윤활 특성에 의해 결정된다. 연마 가공의 경우 화학적 작용과 기계적 작용은 잘 알려져 있지 않다.

래핑의 경우 재료의 제거는 주로 연마 입자에 의한 긁힘, 압입, 스크래치 등의 기계적인 현상에 좌우되고, 슬러리의 화학적 효과는 표면을 연화 시킨다거나 재료 제거율을 높여 준다는 것으로 알려져 있다.

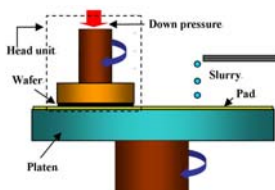


Fig.1 Principle of wafer polishing

Fig. 1은 웨이퍼 폴리싱 가공의 기본적인 방법을 대략적으로 도시한 것이다. 웨이퍼를 헤드 유닛의 척 부분에 고정 시킨 후

테이블과 헤드가 회전함에 따라 상대속도를 만들고 슬러리와 웨이퍼 표면이 패드위에서 상호 작용 함으로써 가공이 수행된다.³

3. 실험 장치 및 조건

웨이퍼 폴리싱의 가공 특성을 분석하기 위하여 사용한 실험 장치를 Fig.2에 나타내었다.

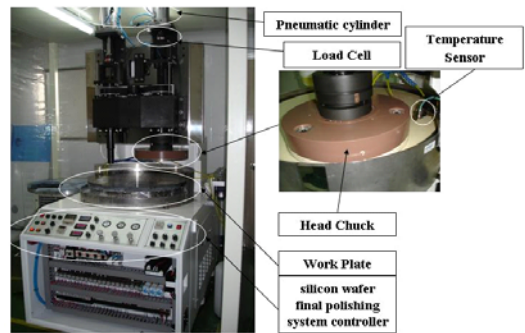


Fig.2 Wafer final polishing system

중요인자인 가압력, 테이블 속도(table speed), 가공시간을 실험 인자로 정하였다. 선정된 인자와 인자수준은 table 2와 같다.

웨이퍼의 표면 거칠기 측정을 위하여 Fig. 3은 폴리싱된 웨이퍼의 측정 장치를 보여준다. 대구경 웨이퍼에서 가장 중요한 균일 가압 측정을 위하여 아래와 같이 5지점의 표면 거칠기를 각각 5회씩 측정하여 평균값을 표면 거칠기로 정하였다. 표면 거칠기는 Ra로 측정하였다.

Table 1 Experiment parameters

Table speed	10rpm	20 rpm	30rpm
Down Force [MPa]	0.1		
	0.2		
	0.3		
Oscillation	12 rpm		
Slurry Ratio	1:10		
Running Time	600 second		

3. 실험 결과

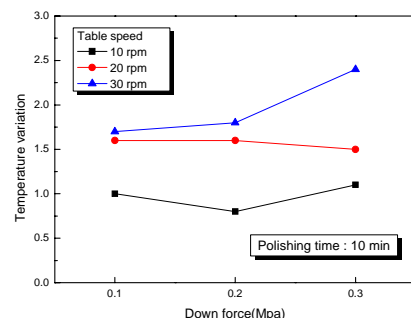
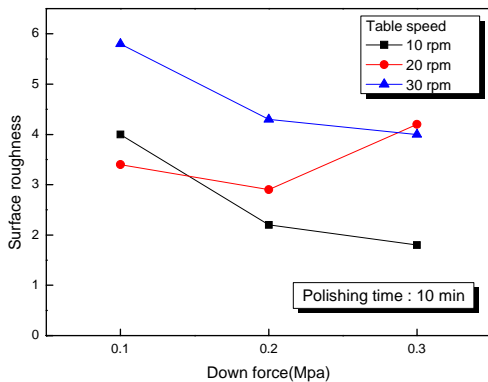


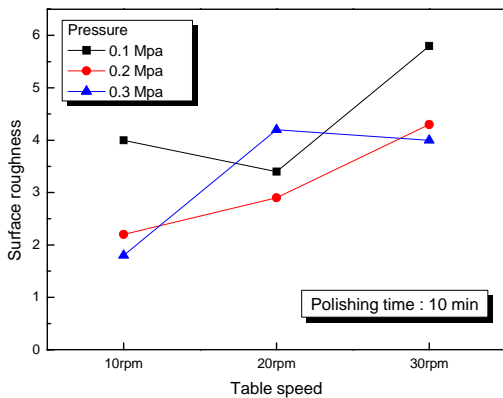
Fig. 3 Temperature variation with down force and table speed

Fig. 3는 테이블 속도를 기준으로 down force의 변화에 따른 온도의 증감을 나타내고 있다. 온도 변화 측정을 위하여 열감지 센서를 이용하였으며, 1초에 1 단위의 data를 10분동안 받았다.

10rpm일 때 온도 변화는 0.1 Mpa일때 1℃로 측정 되었다. 같은 조건에서 0.2 Mpa에서는 0.8℃로 측정 되는데 이는 같은 조건에서의 압력 변화와 일치한다. 또한 같은 조건에서 0.3 Mpa일 때에는 1.1℃로 나타난다. 즉 압력의 증감에 따른 온도변화에 영향이 있음을 나타내고 있다. 하지만 20rpm, 30rpm에서의 온도와 압력의 변화를 분석하여 보면, 압력이 일정한 영향이 있지만, 테이블 속도가 온도의 변화에 더 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다. Fig. 3의 그래프를 테이블 속도의 관점에서 분석해보면 10rpm일때 온도 변화는 20rpm에 비하여 낮고, 30rpm이 20rpm보다 더 큰 온도 변화를 보여 주고 있다. 압력과 테이블 속도가 가장 높은 0.3 Mpa과 30rpm일때 가장 높은 온도 변화(2.4℃)가 보여 진다.



(a) Comparison of surface roughness with down force



(b) Comparison of surface roughness with table speed

Fig. 4 Comparison of surface roughness with down force and table speed

Fig. 4은 테이블 속도와 down force에 따른 표면 거칠기를 나타내고 있다. 대구경 웨이퍼에서 가장 중요한 균일 가압에 대한 평가를 위하여 5지점의 표면 거칠기 각각 5번 이상을 측정하였고, 이 총합에 평균을 표면 거칠기를 값으로 선정하였다. Fig.4은 압력 변화와 온도 변화에 따라 어떤 영향이 있는 가를 확연히 나타내어 주고 있다.

압력의 관점에서 표면 거칠기를 분석하여 보면, 압력이 가장 높게 측정 되어 지는 0.3 Mpa과 30rpm에서의 표면 거칠기는 가장 높은 값이 3.8 nm이다. 이 조건에서 온도 변화가 가장 높은 2.4℃이다. 즉 가장 높은 압력과 온도 변화가 표면 거칠기를 향상 시키지 않는 것을 나타내고 있다. 하지만 down force가

증가함에 따라 5지점의 표면 거칠기 편차가 감소하는 경향을 나타내고 있다. 그러면 온도 변화가 가장 낮은 조건인 0.2 Mpa과 10rpm의 표면 거칠기는 3.1nm를 나타내고 있다. 5지점 표면 거칠기 그래프가 압력이 감소함에 따라 0.3Mpa에 비하여 불규칙한 형태를 나타내고 있다. 압력의 상관관계를 규명하기 위하여 다른 조건들의 표면 거칠기를 분석하여 보면, 낮은 압력과 높은 압력에 따른 표면 거칠기의 분포는 불규칙하게 나온다. 표면 거칠기는 압력보다는 더 큰 영향을 미치는 인자가 존재함을 알 수 있다. 표면 거칠기가 가장 좋게 나타난 가공 조건은 0.3 Mpa과 10rpm이다. 이 조건에서는 온도 변화는 1.1℃이며, 압력은 Fig. 5에서 나타나듯이 10rpm, 0.3Mpa 일 때 큰 변화가 나타나지 않고 있다. 또한 20rpm, 0.3Mpa에서 나타나는 표면 거칠기의 평균은 4.2nm이며, 온도 변화는 1.5℃ 이다. 테이블 속도가 낮을 때에 온도 변화가 가장 낮았으며, 표면 거칠기 또한 양호하게 나타남을 알 수 있다. 또한 낮은 온도 변화 그래프에서는 압력 값이 높을수록 향상된 표면 품질을 보여 주고 있다.

Fig.5에서는 측정된 표면 거칠기 값 중 가장 좋은 형상의 표면 정도를 가공전과 후의 비교를 나타내고 있다. 최적 조건은 0.3 Mpa, 10rpm일 때 표면 거칠기(Ra)가 1.8nm로 나타났다.

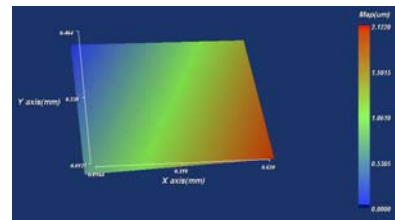


Fig. 5 The Surface roughness profiles on the optimum condition

4. 결론

표면 거칠기 그래프를 분석하여 보면 온도 변화가 적은 10rpm에서 다른 웨이퍼의 표면 거칠기보다 좋은 값이 나타났으며, 이 중 down force가 높아 비교적 일정한 압력변화를 나타낸 0.3 Mpa에서 최상의 표면 거칠기가 측정 되었다. 또한 표면 거칠기의 변동 폭이 적음을 알 수 있다. 이번 연구에서는 표면 거칠기에 영향을 주는 인자로서 압력과 온도 변화가 존재 하는데, 이 중 온도 변화가 표면 거칠기에 큰 영향을 주는 인자임을 알 수 있었으며, 압력은 대구경 웨이퍼에 균일한 표면 거칠기에 영향을 주는 것으로 나타 났다.

즉 온도의 변화는 표면 거칠기의 영향을 주며, 압력은 균일한 표면 거칠기에 영향을 주는 인자이다.

본 연구에서는 압력과 온도 변화를 적용하여 가공에 미치는 인자를 선정하였고, 최적은 조건은 0.3 Mpa, 10rpm일때 표면 거칠기가 1.8nm로 나타났다.

후 기

본 연구는 산업 자원부가 주관하는 "지역산업 중점기술 개발사업"의 지원에 의해 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Won, J.K., Lee, J.T. and Lee, E.S. "The study on the optimum Machining characteristic of 12 inch wafer polishing", Proceedings of the KSME 2006 Spring Annual Meeting, pp 281,2006.
2. Pei, Z.J, "A study on surface grinding of 300 mm silicon wafers", International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol.42, pp.385-393,2002.
3. Kwon, D.H., Kim, H.J., Jeong, H.D., 2002, "A study on the decay of friction force during CMP", Journal of the Korean Society of precision engineering, pp.972~975.