실리콘 웨이퍼 연마에서의 Break-in 모니터링

정석훈, 박범영, 박성민, 이상직, 이현섭, 정해도*, 배소익**, 최은석**, 백경록**
부산대학교 정밀기계공학과, 부산대학교 기계공학부, *LG-Siltron 선행연구팀

Monitoring of Break-in time in Si wafer polishing

Sukhoon Jeong, Boumyoung Park, Sungmin Park, Hyunseop Lee, Haedo Jeong*, Soik Bae**, Eunsuck Choi**, Kyounglock Baeck**
Department of Precision & Mechanical Engineering in PNU, *School of Mechanical Engineering in PNU, **LG-Siltron Leading Project Team

Abstract : Rapid progress in IC fabrication technology has strong demand in polishing of silicon waferto meet the tight specification of nanotopography and surface roughness. One of the important issues in Si CMP is the stabilization of polishing pad. If a polishing pad is not stabilized before main Si wafer polishing process, good polishing result can not be expected. Therefore, new pad must be subjected into break-in process using dummy wafers for a certain period of timeto enhance its performance. After the break-in process, the main Si wafer polishing process must be performed. In this study, the characteristics of break-in process were investigated in Si wafer polishing. Viscoelastic behavior, temperature variation of pad and friction were measured to evaluate the break-in phenomenon. Also, it is found that the characteristic of the break-in seems to be related to viscoelastic behavior of pad.

Key Words : Si wafer Polishing, Break-in, Friction, Temperature, Viscoelastic behavior

1. 서 론

실리콘 웨이퍼는 반도체 산업에서 널리 사용될 뿐만 아니라 칩의 제조에서 아주 기본적인 기저층(substrate)의 역할을 하고 있다[1]. 이러한 이유로 실리콘 웨이퍼 연마에서 표면 거칠기(surface roughness)와 나노토포그라피(nanotopography)의 엄격한 조건이 요구되어진다. 실리콘 웨이퍼의 조건을 만족시키기 위하여, CMP(chemical mechanical polishing) 공정이 널리 사용되고 있다. 그러나 CMP 공정이 실리콘 웨이퍼 연마에 널리 사용되어지고 있지만 자세한 연마 기준에 대해서는 연구가 진행 중이다. 특히 실리콘 웨이퍼 연마의 본 공정에 앞서 패드의 안정화를 위하여 더미 웨이퍼로 패드를 안정화 시키는 공정인 break-in 공정에 대한 연구는 전무한 편이다. 패드가 안정화되지 못한 상태에서 실리콘 웨이퍼의 연마가 이루어지면 연마가 잘 이루어지지 않을뿐더러 평탄화를 이루지 못하게 된다. 그러므로 새로운 패드는 일정 시간 동안 더미 웨이퍼를 이용한 break-in 공정을 해야만 한다. Break-in 공정 뒤 실리콘 웨이퍼의 연마가 이루어지면 양호한 조건의 연마된 실리콘 웨이퍼를 얻을 수 있다. 이 break-in 특성을 알아보기 위하여 실리콘 웨이퍼 연마 공정 동안 마찰력, 패드의 온도 변화 및 점탄성 측정을 하였다.

2. 점탄성 거동의 이론

그림 1은 점탄성 거동을 나타내었다. 그림 1에서 보는 것과 같이 순간적인 변형인 ε_1, 시간지연 변형인 ε_2와 영구 변형 ε_3의 세부분으로 구성되어진다[2]. 연마 패드에 일정한 응력을 가하게 되면 재료는 시간이 흐름에 따라 변형이 발생(creep)하고 응력을 제거하면 천천히 원래의 상태로 회복(creep recovery)하거나 영구변형을 남긴 채 회복을 멈추게 된다. 또한 고분자 재료에 일정한 변형을 주게 되면 시간이 지나감에 따라서 응력이 점점 감소하게 된다. 이와 같은 일정한 변형하에서의 응력의 감소를 응력완화(stress relaxation)라고 한다[2]. 이러한 거동을 보이는 재료를 점탄성체라고 한다[2]. 패드의 점탄성 거동(viscoelastic behavior)은 그림 1의 연속되어진 거동을 보여준다.

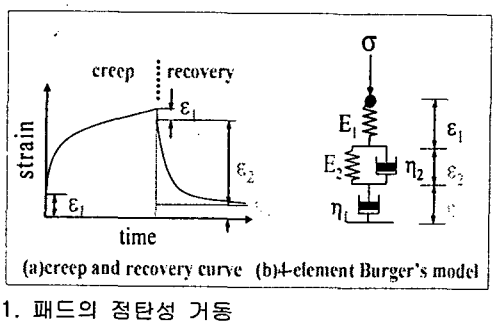

그림 1. 패드의 점탄성 거동

3. 실험

3.1 마찰력과 패드의 온도 측정

실리콘 웨이퍼 연마를 위하여 G&P Technology 사의 Poli-500 장비를 그림 2에 나타내었다. 연마 시 발생하는 마찰력과 패드의 온도를 측정하기 위하여 piezoelectric quartz 센서 및 IR 센서를 Poli-500 장비에 부착시켰다.

표 1은 break-in의 실험조건을 타나내었다. 실리콘 웨이퍼를 10분씩 연속적으로 9장의 실리콘 웨이퍼를 연마하여 break-in 현상을 관찰하였다.

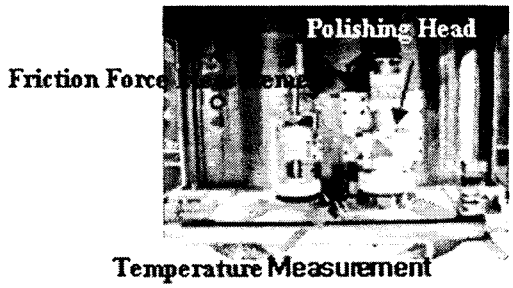

그림 2. 연마 장치와 마찰력 및 온도 측정 장치

표 1. 실리콘 웨이퍼 연마 공정 조건

Pressure	250 g/㎠
Velocity	Head / Table 70 rpm
Pad	Suba 640 pad™
Slurry	Nalco 2371
Flow Rate	700 cc/min

3.2 패드의 점탄성 거동 측정

패드의 점탄성 거동을 측정을 위하여 G&P Technology 사의 GNP PV 측정 장치를 사용하였다. 이 장치는 1㎛의 분해능을 가지고 있다. 점탄성 측정 패드는 Suba 640 pad™의 시편을 사용하였다.

표 2. 패드 점탄성 측정 조건

Applied Pressure on Pad	300 g/㎠
Loading Time / Unloading Time	30 sec / 30 sec
Measuring Time	90 minutes

4. 결과 및 검토

4.1 마찰력 및 패드의 온도 거동 측정 결과

그림 3.(a)는 실리콘 웨이퍼 연마 공정에서 실시간으로 측정되어진 마찰력이다. 실리콘 웨이퍼 연마 시작 60분에서 찰력 신호가 안정화되어진 것을 볼 수가 있다. 공정 중에 마찰력이 일정한 값을 가지면 균일한 연마 결과를 얻을 수 있다. 그림 3.(b)는 실리콘 웨이퍼 연마 공정에서의 패드 상의 온도 변화 그래프이다. 연마 시작 후 60분 부근에서 온도 변화가 제일 적은 것을 볼 수가 있다. 마찰력과 패드의 온도 변화 결과에서 break-in은 대략 1시간의 필요하다는 것을 알 수 있다.

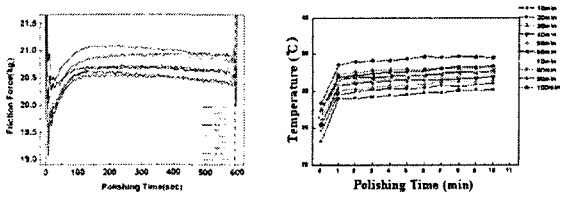

그림 3. (a) 마찰력 신호 (b) 패드의 온도 변화

4.2 점탄성 측정 결과

그림 4는 시간에 따른 패드의 점탄성 거동을 보여준다. 패드의 점탄성 거동은 불규칙적인 변화 부분과 규칙적인 변화 부분으로 나누어진다. 규칙적인 점탄성 거동이 이루어지는 부분이 대략 60분 정도인 것을 그림 4에서 볼 수 있다.

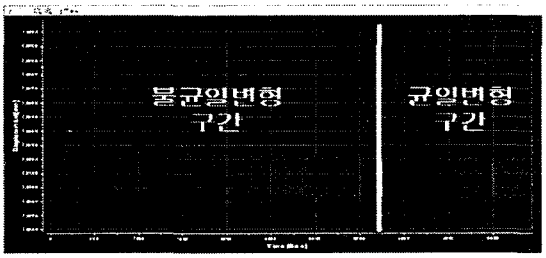

그림 4. Suba 640 pad™의 시간에 따른 점탄성 거동

5. 결 론

마찰력과 패드의 온도 변화 및 점탄성 측정결과, 1시간 정도의 break-in을 하면 패드가 안정화가 이루어지는 것을 볼 수가 있었다. 특히 온도변화 및 점탄성 거동이 패드의 안정화에 중요한 인자임을 알 수가 있었다.

6. 참고 문헌

[1] C.W. Pearce, "Crystal growth and wafer preparation", S.M. Sze (Ed.), VLSI Technology, second ed., McGrawHill, Singapore, 1988.

[2] H. J. Kim, H. D. Jeong, "Viscoelastic Behavior of Polishing Pad and Its Influence on Polishing Non-Uniformity", CHEMICAL-MECHANICAL PLANARIZATION for ULSI INTERCONNECTION COFERENCE, pp. 275-282, 2000.