

## 화학기계적연마(CMP) 컨디셔닝에 관한 연구

이성훈\*, 김형재\*, 안대균\*\*, 정해도\*\*\*

### A Study on Novel Conditioning for CMP

Sung Hoon Lee\*, Hyoung Jae Kim\*, Dae Gyun Ahn\*\*, Hae Do Jeong\*\*\*

#### ABSTRACT

In CMP for semiconductor wafer films, the acceptable within-chip planarity, within-wafer and wafer-to-wafer nonuniformity could be achieved by conditioning. The role of conditioning is to remove continuously polishing residues from pad and to maintain the initial pad surface pores. To reach these requirements, the diamond grits disk has been considered as a conventional conditioner. However, we have investigated many defects as scratch on wafers out of diamond grits shedding, contaminations from bonding materials, and pad pore subsidences by over-conditioning. So, this paper studies the effect of ultrasonic vibration in CMP conditioning as a representative. The effect of ultrasonic vibration was certified through ILD, Metal CMP.

**Key Words** : CMP(화학기계적연마), Pad(연마포), Slurry(연마액), Conditioner(컨디셔너), Ultrasonic Vibration (초음파진동)

#### 기호설명

$MRR_{max}$  : maximum removal rate  
 $MRR_{min}$  : minimum removal rate  
 $MRR_{avg}$  : average removal rate  
 $r$  : radius of wafer  
 $R$  : distance between centers of pad and wafer  
 $x$  : distance between pad center and wafer circumference  
 $a, b$  : angle composed by  $x$ , pad center, and wafer center  
 $L(x)$ : polishing length as  $x$

#### 1. 서론

최근 반도체 산업의 주 관심사는 고속화 및 고 집적화로 요약될 수 있다. 이를 위하여 칩 디자인 뿐만 아니라, Cu 배선, Low-K 절연 물질 개발, 선폭 최소화, 다층 배선화등<sup>(1)</sup>의 연구에 많은 노력이 집중되고 있다. 특히 고집적화를 위해 선폭 최소화와 다층 배선에 주력하던 반도체 연구는 노광 (Lithography)의 한계로 인하여 칩 내부 평탄화의 중요성을 인식하기 시작했고, SOG(Spin On Glass), Reflow, Etch Back등의 공정 등을 사용해<sup>(2)</sup> 왔다. 그러던 중 1980년대 말 IBM은 기존의 상식을 깨고 연마의 반도체 공정화를 발표하여 CMP(Chemical Mechanical Polishing)가 다층 배선을 위한 평탄화

\* 부산대학교 대학원 정밀기계공학과  
\*\* 한국공작기계주식회사  
\*\*\* 부산대학교 기계기술연구소

광정으로 인식되기 시작되었고, 현재 64MD 이상의 VLSI 칩 제조에는 필수적 공정(Fig.1)이 되었다.



(a) Multi Level Chip without CMP (b) Multi Level Chip with CMP

Fig. 1 Cross Section of Multi Level Chip

CMP는 연마 패드와 웨이퍼 사이에 연마액을 개재시킨 채 압력을 가한 상태에서 서로 상대 운동시켜 연마하게 되고, 패드 표면상의 많은 발포 미공(직경:30~70 $\mu$ m)들에 의하여 새로운 연마액(Slurry)이 일시적으로 지지되어 일정한 연마율(MRR: Material Removal Rate)과 웨이퍼 면내의 낮은 연마 불균일성(WIWN: Within Wafer Non Uniformity)을 얻게 된다.

그러나, 연마 중에 높은 압력과 상대 속도가 부가되므로 가공시간이 지남에 따라

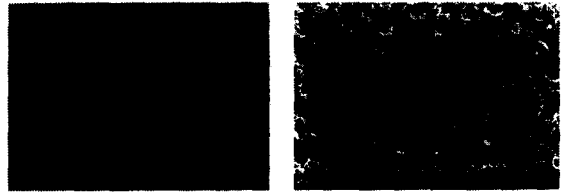
- ① 연마 패드 상의 미공은 연마 잔류물들로 막히게 되고,
- ② 패드는 변형하여 물리/화학적으로 개질(改質)된다.

이로 인해 높은 연마율(MRR), 웨이퍼 전면에서의 광역 평탄화, 웨이퍼간의 평탄화(WTWN)등을 달성할 수 없게<sup>(3)</sup> 된다.

이러한 패드 변화를 보정하기 위해서 기존의 방식은 다이아몬드 입자를 전착시킨 SUS 플레이트를 사용하여 표면을 미소 절삭, 새로운 미공들이 표면에 나올 수 있도록 하고, 표면을 평활화 시켜주는 컨디셔닝 방식을 채택해 왔으나, 이러한 방식은 다이아몬드 입자를 사용하기 때문에 입자나 본당재의 탈락이 생길 경우에는 웨이퍼의 표면에 스크래치를 일으켜(Fig.2(a)) 막대한 비용 손실을 가져올 뿐만 아니라, 패드 전체를 교체해야 하는 문제가 발생하여 비용증가의 원인이 되었다. 또, 컨디셔닝이 과도하게 진행 될 경우 패드 표면의 미공들을 재생시키는 대신 오히려 미공들의 함몰을 가져와(Fig.2(b)) 그 원래의 목적을 상실해 버리는 경우들이 실제 실험을 통해 확인되었다.

따라서, 이러한 기존 컨디셔너의 문제점들을 극

복하기 위하여 다이아몬드 입자를 사용하지 않고 고압 water jet 분사<sup>(4)</sup>, 알루미나 장섬유<sup>(5)</sup>, 초음파<sup>(6)</sup> 등을 응용한 컨디셔너의 개발을 위하여 많은 연구들이 진행되고 있다.



(a) Scratch by Grits (b) Pad Pores Subsidences  
Fig. 2 Defects of Electro-Plated Conditioner

이번 논문에서는 본 저자의 선행 연구에 의해 제시된 초음파 컨디셔너의 기본 특성을 이용하여 다이아몬드 컨디셔너의 사용 횟수를 줄이면서도, 연마 특성을 향상시키는데 주안점을 두었다. 구체적으로, 층간 절연막(ILD) CMP를 통해서 초음파의 성능 확인을 시도했고, 금속 배선막(Metal) CMP에서는 초음파와 기존 다이아몬드 컨디셔너의 복합 사용 가능성을 실험했다.

## 2. 컨디셔너의 메카니즘

CMP는 연마 패드와 웨이퍼 사이에 연마액을 개재시킨 채 압력을 가한 상태에서 서로 상대 운동시켜 연마하는 가공 기구를 가지고 있다.

공급되는 연마액은 직경 120nm 정도의 연마입자가 산성 또는 알칼리성 용액에 혼합되어 있으며, 패드 표면의 미공들은 이렇게 공급된 연마액을 순간적으로 지지하여 웨이퍼 가공에 참여하게 한다. 이러한 역할들을 지닌 연마액과 패드상에 웨이퍼를 가압하여 상대운동 시키면 단시간 내에는 일정한 연마율(MRR : Material Removal Rate)과 웨이퍼 면내의 낮은 연마 불균일성(WIWN : Within Wafer Non Uniformity)을 얻을 수 있게 된다.

그러나, 연마가 장시간 진행될 경우 다음과 같은 문제점들이 있다.

- ① 패드 표면 미공의 막힘(Fig.3(b))

: 연마액 속에 현탁 되어있는 연마입자와 연마액 속의 화학 성분이 폴리우레탄 재질의 패드 미공들을 막게 되고, 이로 인해 연마 패드가 새로운 연마액을 담아 두는 제 역할을 잃게 된다.

② 패드 표면의 불균일 변형(Fig.3(b))

: 연마 중에 부가된 높은 압력과 상대속도는 웨이퍼 뿐만 아니라 패드도 가공하게 된다. 이때 패드는 웨이퍼와 부분 접촉하고 있으므로 변형된 형상은 불균일하게 된다.

위의 두 가지 원인으로 인하여 장시간 가공 시 균일한 연마율(MRR), 웨이퍼 전면에서의 광역평탄화, 웨이퍼간의 평탄화(WTWN) 등을 달성할 수 없게 된다.

따라서, 앞의 두 가지 문제점들을 가공 중에 지속적으로 제거 해야할 필요가 있으며, 이러한 일련의 공정을 컨디셔닝이라 한다.

컨디셔닝의 개념을 나누면 다음과 같다.

첫째, 패드 표면상의 미공들을 채우고 있는 연마 잔류물(연마입자, 가공물, 패드 찌꺼기)을 지속적으로 제거하여 패드 위에 공급되는 새로운 연마액이 그 미공들 속에 일시적으로 머물러 가공에 참여할 수 있게 해주는 공정(Fig.3(c))

둘째, 불균일하게 변형된 패드는 가공면의 불균일한 연마를 야기시키므로, 패드 표면을 평활화하여 가공면이 패드와 전면에서 균일 접촉하게 한다. 따라서, 가공물 표면에서 균일한 연마율을 얻게 함과 동시에 패드 표면 밑에 존재하는 다른 미공들을 표면으로 돌출 시켜주는 공정(Fig.3(d))

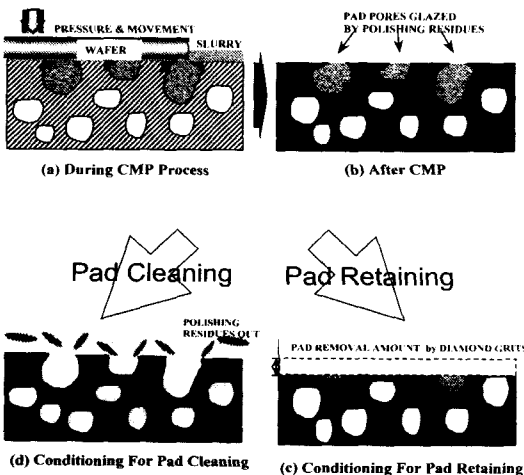


Fig. 3 Mechanism of Conditioning

3. 초음파를 이용한 패드 세정 효과

3.1 기초 실험

일반적으로 초음파를 용액에 가하면 액중에서 압축력과 팽창력이 반복적으로 나타나고, 미세한 이물질 혹은 기체 분자를 중심으로 기포가 발생하여 이것들이 연속적으로 압축/팽창력을 받아 입경이 증가한다. 이들이 일정 압력 이상이 되면 단번에 수축 폭발하게 되어 고온/고압의 캐비테이션(cavitation)을 일으키는 것으로<sup>(7,8)</sup> 알려져 있다. 이러한 작용을 CMP 컨디셔닝에 응용하기 위하여 용착용 초음파 가공기( $f=20,000\text{Hz}$ ,  $\delta$  (진폭)= $20\mu\text{m}$ /Edison Sonics)를 이용하여 기초 실험을 행하였다.

진동자 끝단은 패드와 1mm 이내로 유지하였고, 연마액을 계속 공급하여 연마액이 진동의 매개체가 되게 하였다. 이 때, 진동자가 1초에 20,000회 이상 상하 진동하여, 연마액 내부의 입자들을 중심으로 기포가 생기게 되고, 이러한 기포들이 일정 압력 이상이 되어 폭발하게되면(캐비테이션 현상), 그 폭발력이 미공들을 막고있던 잔류물을 밖으로 밀어내어 패드의 미공들이 재생되었다.

그 결과를 확인하기 위해 장시간 연마한 패드위에 초음파를 가한 후, 패드 표면을 SEM으로 비교했다. Fig.4에서 볼 수 있듯이 좌측(a) 사진은 표면의 무수한 미공들( $\phi$  30~50 $\mu\text{m}$ )이 연마 입자들과 잔류물들로써 막혀 있음을 알 수 있으며, 이로 인해 연마율의 감소, 불균일한 연마 등이 유발된다. 그러나, 초음파를 1분간 가한 후 SEM으로 관찰 결과 우측(b) 사진과 같이 표면의 미공들이 다시 열려 있음을 알 수 있다. 따라서, 초음파의 패드 세정 효과를 확인할 수 있었다.

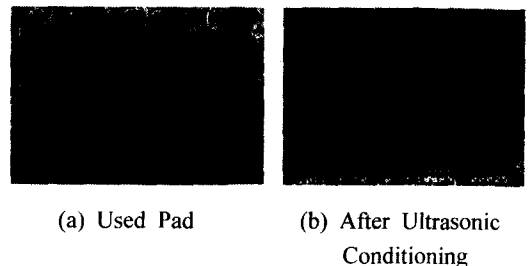


Fig. 4 Pad(IC-1400) Surface (SEM)

3.2 층간 절연막(ILD) CMP 컨디셔닝

3.2.1 실험 방법

초음파 컨디셔닝의 성능 평가를 위해 층간 절연막(ILD) CMP에서의 연마율(MRR:Material Removal Rate)과 웨이퍼 내의 연마 불균일성(WIWN):

Within Wafer Non Uniformity)을 평가의 기준으로 선정했으며, 가공물로서는 Si 웨이퍼 위에 PETEOS 막(SiO<sub>2</sub>)을 약 11000Å 성장시킨 블랭킷 웨이퍼와 패드 마모 효과를 유발하기 위하여 dummy 웨이퍼로서 Si 웨이퍼를 이용했다. 슬러리는 Cabot 사의 SS-25를 공급했으며, 패드는 블랭킷 웨이퍼용 SUBA 600을 사용했다. 가공 압력은 300g/cm<sup>2</sup>(약 4.3psi)을 부가했고, 동일한 상대 속도를 얻기 위해 플레이트, 웨이퍼 등이 30rpm으로 회전시켰으며, 오실레이션 없이 상대 속도가 0.6m/s 되도록 wafer carrier를 고정시켰다. 컨디셔닝은 다이아몬드 컨디셔너 가공 없이 초음파만을 연마주기 사이에 또는 연마와 동시에 가하여 초음파의 컨디셔닝 효과를 파악하였다.

연마율의 실험에서는 10분간의 TEOS 산화막 CMP 가공 사이에 Si dummy 웨이퍼로 패드 마멸을 유발 시켰으며, 초음파 컨디셔닝을 CMP 가공 사이에 사용하는 ex-situ Conditioning과 CMP와 동시에 행하는 in-situ Conditioning으로 나누어 실험 하였다.

연마 불균일성의 실험에서는 초음파 컨디셔닝을 한 경우와 하지 않는 경우의 두 가지로 나누어지며, 10분 동안의 연마가 하나의 가공 사이클을 구성한다. 2, 5, 8, 11번째 사이클에서는 TEOS 산화막으로 한 사이클씩을 가공해 잔류 박막을 측정하여 연마 균일성을 계산하였고, 나머지 사이클에서는 Si dummy 웨이퍼를 사용하였다. 컨디셔닝이 없는 경우는 위와 같은 방법으로 연속하여 110분 가공하였고, 컨디셔닝이 있는 경우는 각 사이클 사이에 초음파 컨디셔너로 탈이온수 공급과 함께 3분간의 컨디셔닝을 행하였다.

구체적으로 사용된 실험 조건은 Table 1과 같으며, 측정은 Focus FE III (RUDOLPH)를 이용하여 49개의 점을 원주 상으로 돌아가며 측정하였고, 이를 이용하여 결과를 분석하였다.

위에서 서술했듯이 연마율은 연마가 진행됨에 따라서 급격히 감소하게 되며, 이 현상은 Fig.5을 통해 확인 할 수 있다. 그러나, 세 번째 블랭킷 웨이퍼의 가공 후에 탈이온수를 공급하면서 5분간의 컨디셔닝을 한 후 네 번째의 블랭킷 웨이퍼를 가공한 결과, 연마율이 다시 회복함을 볼 수 있었다. 더욱이 다섯 번째의 블랭킷 웨이퍼의 가공시에서는 가공 중에 초음파 컨디셔너를 작동시켜 연마와 컨디셔닝을 동시에 진행시킨 결과, Fig. 5에 보이는

바와 같이 상당히 향상된 연마율을 얻을 수 있었으나, 새로운 패드의 성능에는 미치지 못했다. 패드 표면 형상과 성질의 변형이 그 이유<sup>(4)</sup>라고 생각되며, 표면층의 제거를 통한 컨디셔닝이 필요함을 알 수 있다.

Table 1. ILD CMP Condition

CMP MACHINE	LAPMASTER LGP-381
WAFER(6")	BARE WAFER (Dummy Wafer(Si))
	BLANKET WAFER (PETEOS:11000Å)
PAD	SUBA 600(Rodel Nitta)
SLURRY	SS-25(Cabot,47%dilution)
SLURRY FLOW RATE	100 ml/min
POLISHING PRESSURE	300 g/cm <sup>2</sup>
PAD PLATE(400mm)	30rpm
WAFER CARRIER	30rpm

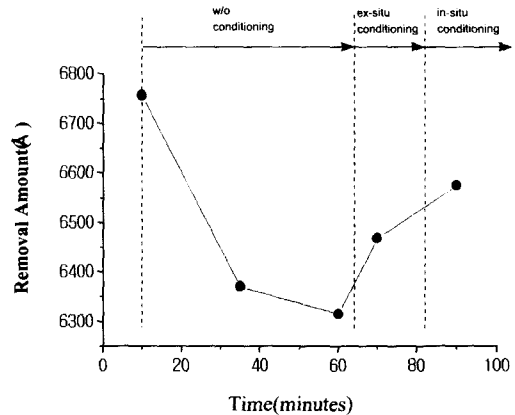


Fig. 5 Removal Amount as Time

### 3.2.2 연마 불균일성 (Within Wafer Non Uniformity)

웨이퍼 내의 연마 불균일성(WIWNU: Within Wafer Non Uniformity)은 식(1)와 같으며 단위는 %로 나타낸다.

$$WIWNU(\%) = \frac{(MRR_{max} - MRR_{min})}{2MRR_{avg}} \quad (1)$$

Fig.6은 사이클이 진행됨에 따른 연마 불균일성(WIWNU)의 변화를 기록한 그래프이다. 두 번째 사

이클까지는 두 경우 모두 10%이내의 양호한 균일성을 보이거나 사이클의 횟수가 증가함에 따라 다섯 번째 사이클부터는 컨디셔닝을 하지 않는 경우, 25%이상의 양호하지 못한 값을 보이고 있으며 여덟 번째 사이클에서는 30%이상의 불균일한 연마를 보이고 있다.

그러나, 초음파 컨디셔너로 컨디셔닝한 경우의 연마 불균일성은 패드 표면의 불리, 화학적 변형(4)으로 인해 지속적으로 증가하지만 열한번째 사이클(110분) 가공후 그 수치가 15% 이하로 억제되는 것으로 보아, 초음파의 컨디셔닝 효과를 어느 정도 확인 할 수 있었다.

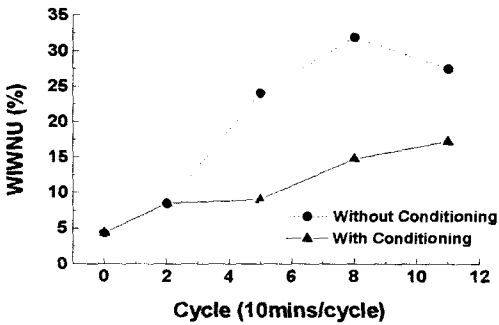


Fig. 6 Within Wafer Non Uniformity as Cycle

#### 4. 다이아몬드 컨디셔너에 의한 패드 형상 보정

##### 4.1 패드의 불균일 변형

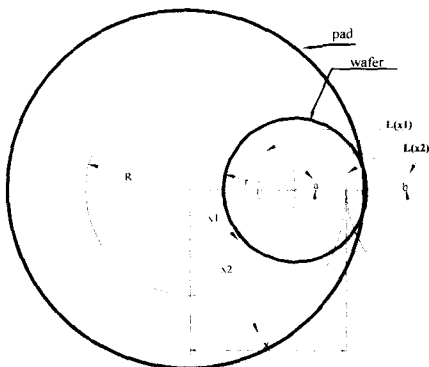


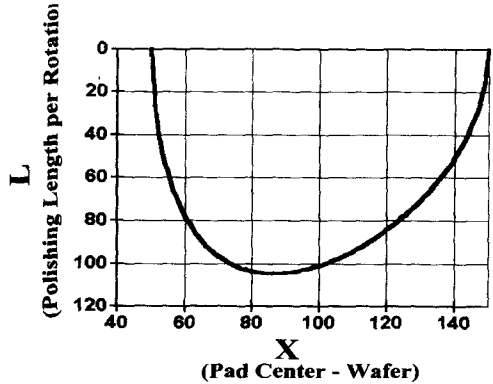
Fig. 7 Geometrical Analysis

$$r \sin a = R \sin b \quad (2)$$

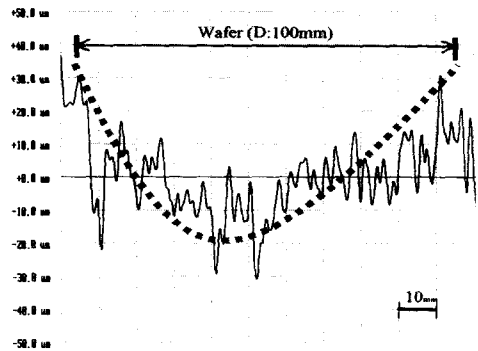
$$r \cos a + R \cos b = x \quad (3)$$

$$L = 2 R b \quad (4)$$

$$L(x) = 2 R \cos^{-1} \left( \frac{R^2 + x^2 - r^2}{2 R x} \right) \quad (5)$$



(a) Polishing Length Deviation(mm)



(b) Surface Profile of Deformed Pad

Fig. 8 Polishing Length Deviation (r=50mm, R=100mm)(SUBA400)

연마는 패드와 가공물을 가압 시킨채 상대 운동하는 가공 기구를 가지기 때문에, 웨이퍼를 연마하게 되면, 웨이퍼 뿐만 아니라 패드 역시 연마된다. 그 운동을 자세히 보면, 웨이퍼 전면에서는 항상 균일한 상대 속도가 얻어질 수 있으나, 패드는 웨이퍼와 부분적으로 접촉하고 있으므로 패드 연마 거리가 반경을 따라 차이가 남을 알 수 있다. 즉 중심부에서의 패드 연마 거리가 외곽부 보다 더 길어진다. 그 형태는 Fig.7의 기하학적 해석을 통해 식(2)~식(5)와 같이 유도되고, 그 형상은 Fig.8(a)와 같이 되며, 이러한 현상은 많은 실험을 통해서도 확인되고<sup>(9)</sup> 있다. 또, 실제 3시간의 CMP가공 후, 패

드 형상을 측정된 결과 이를 확인할 수 있었고, 그 형상은 수식에서 얻어진 것과 유사한 경향(Fig. 8(b))을 보였다. 이러한 패드의 변형으로 인해서 가공시간이 누적될수록 웨이퍼의 연마 균일성(Uniformity)의 악화, 연마율의 감소 등이 발생하고 있다. 이를 극복하기 위해서는 패드 표면 형상을 평활히 해줄 수 있는 가공이 필수적이라고 할 수 있으며, 현재로서는 다이아몬드 컨디셔너가 그 대안이라고 할 수 있다.

#### 4.2 최적 다이아몬드 입자 선정

앞 절에서 지적했듯이 장시간 연마시 패드 표면의 불균일한 형상 보정과 표면 개질층의 제거를 위하여 다이아몬드 컨디셔너를 이용한 컨디셔닝은 필수적이라 하겠다. 그러나 컨디셔닝에 의한 패드의 제거량과 연마율은 밀접한 관계가 있기 때문에, 적절한 다이아몬드 입자의 선택을 위해서 입자 크기에 따른 연마율의 관계를 Si 웨이퍼의 CMP 실험을 통해 확인했다.

#### 4.3 실험 및 결과

컨디셔너는 입자의 크기에 따라 #40, 60, 100으로 선정했으며, 특히 #100의 경우는 입자 돌출 정도에 따라 많은 입자 돌출을 가진것을 #100/a, 상대적으로 적은 돌출량을 가진 것을 #100/b로 표시했다. 가공물은 Fig.9와 같이 + 모양으로 100 $\mu$ m 에칭해서 사용하였고, 가공량을 Form Talysurf Series2 (Taylor Hobson社)로 측정했다.

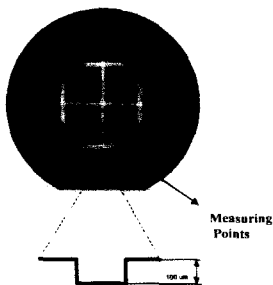


Fig. 9 3" Etched Wafer

가공 시작 전에 각 각의 다이아몬드 입자로 3분간 컨디셔닝을 하고, 50분간 컨디셔닝 없이 시간에 따른 연마율을 측정했다.

Fig.10은 컨디셔너 입자의 크기에 따른 연마율을 초음파 효과와 비교했다. 입자가 큰 컨디셔너일

수록 연마율의 감소량이 작음을 확인할 수 있었다. 그 이유는 입자가 큰 컨디셔너일수록 패드의 제거량이 증가하고, 표면에 많은 포켓을 생성시킬 수 있기<sup>(10)</sup> 때문이다. 그리고, 연마율이 2회째에서 더 증가하는 경향을 보이고 있는데, 이는 과도한 컨디셔닝으로 패드의 표면 거칠기가 필요 이상으로 거칠어져 연마액이 패드 표층보다는 내부로 유입되어 표면에 필요한 연마액 공급이 부족한것이 그 원인이라고 추측된다. 따라서, 다이아몬드 컨디셔너의 사용 횟수를 줄이기 위해서는 입자가 큰 #40 컨디셔너를 짧은 시간 사용하여 초반의 높은 연마율을 장시간 유지 시키는것이 효과적인 컨디셔닝이라는 결론을 얻었다.

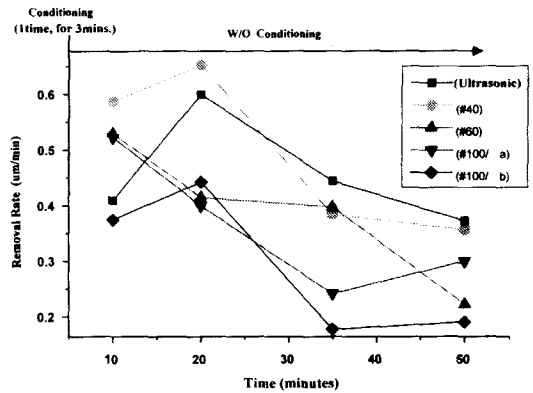


Fig. 10 Removal Rate versus Time as Grits

### 5. 복합 컨디셔닝의 효과-Metal CMP

3장에서는 초음파의 캐비테이션에 의한 패드 세정 효과를 확인하였고, 4장에서는 다이아몬드 컨디셔너에 의한 패드의 불균일 변형 현상을 보정하기 위한 다이아몬드 입자 선정 실험을 하였다. 5장에서는 이러한 두가지 개념의 컨디셔닝법을 연속적으로 사용하는 복합 컨디셔닝 효과를 최근 각광받고 있는 반도체 배선재료인 Al의 CMP를 통하여 확인하였다.

#### 5.1 실험 방법

금속 배선(Metal) CMP에서의 컨디셔닝 성능 평가는 박막의 단차 측정을 통한 연마율(MRR :Material Removal Rate)을 평가의 기준으로 삼아 실험했다. 사용된 가공 시편은 Si 웨이퍼 위에 Al을

30,000 Å Sputtering(PVD)시킨 6인치 웨이퍼를 사용했다. 슬러리는 연마 입자 함유량(wt%)에 따른 컨디셔닝의 효과를 확인하기 위해서 Rodel-Nitta사의 QCTT-1010(3.4wt%)와 QCTT-1009(14wt%)를 연속적으로 사용하였다. 두 슬러리는 pH3.8, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 입자 직경 210nm의 조성을 가지고 있으나 입자 함유량이 3.4wt%와 14wt%로 각각 다르다. 패드는 연질 부직포 패드 SUBA 400(Rodel-Nitta)을 사용했다. 200g/cm<sup>2</sup>(약 2.8psi)의 가공 압력을 가했고, 오실레이션 없이 패드, 웨이퍼를 30rpm으로 각각 회전시켜 동일한 상대 속도(0.6m/s)를 얻었다.

컨디셔닝은 중간 절연막 CMP 컨디셔닝에서 확인했듯이 초음파만으로는 만족할 만한 효과를 거둘 수 없다는 것을 알 수 있었으므로, 4장에서 선택한 #40 다이아몬드 컨디셔너로 표면을 2분간 1회 평탄화 시킨 후, 가공중에 초음파를 패드위에 가하여 컨디셔닝 하였다. 따라서, 두 가지 방법의 컨디셔닝을 연속적으로 적용하는 복합 컨디셔닝을 하였다.

구체적으로 사용된 실험 조건은 Table 4와 같으며, 가공량은 웨이퍼 지름상에 7개의 3μm 단차를 생성시켜 Form Talysurf Series2 (Taylor Hobson Co.)를 이용하여 결과를 분석하였다.

### 5.2 Al 연마율(Al Material Removal Rate)

Fig.11에서 보듯이 총 12회에 걸쳐 Al CMP를 행하였다. 연마를 하기 전 2분간 다이아몬드 컨디셔너로 표면을 평탄화 한 후, 컨디셔닝 없이 6회의 Al CMP를 했다. 그러나 7회째 연마에서는 웨이퍼의 연속적인 탈락으로 인하여 연마를 계속할 수 없었다. 그 이유는 앞절에서 설명했듯이 패드의 불균일 마멸과 장시간 연마에 의한 슬러리의 점도 증가가 주원인이라고 생각된다. 이를 해결하기 위하여 #40 다이아몬드 컨디셔너로 2분간 표면을 다시 평탄화시켰으며, 그 이후 7회째 부터는 초음파를 계속 패드 표면에 적용시켜 초음파 컨디셔닝 효과를 알아보았다. 7~9회째의 Al CMP에서는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.5wt%인 슬러리를 사용하여 컨디셔닝 전보다 약 1000 Å/min 이상의 연마율 향상을 통해서 초음파의 컨디셔닝 효과를 확인할 수 있었다. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14wt% 슬러리를 사용한 10~12회째의 CMP에서는 오히려 연마율이 회수가 거듭될수록 더욱 증가함을 볼 수 있었다. 이는 일반적으로 연마 입자 함유량이 증가하면 패드의 눈막힘 현상도 쉽게 일어날 것이라는 추측과는 달리 늘어난 연마 입자의 양과 초음파를

이용한 컨디셔닝의 효과로 인하여 연마율이 극대화 된 것으로 보인다.

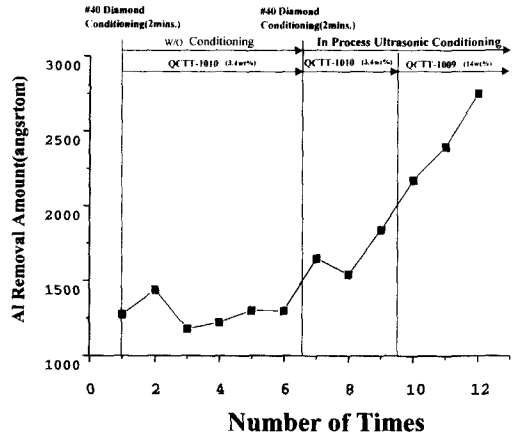


Fig. 11 Al Removal Rate as Time

## 6. 결론 및 고찰

이번 논문은 차세대 반도체 제조 공정의 하나인 CMP 가공에서 문제점으로 인식되어온 컨디셔닝법에 관하여 고찰하였다. 컨디셔닝의 개념을 패드 세정과 불균일 변형의 보정이라는 두가지 개념으로 나누었고, 각 각에 맞는 컨디셔닝법을 제시하였다. 즉, 패드 세정에 초음파의 캐비테이션 현상을 사용하였고, 변형의 보정을 위한 다이아몬드 컨디셔너의 적정 입자를 선정하였으며, 최종적으로 이 두가지 개념을 연속적으로 사용하는 복합 컨디셔닝법을 제안하여 실험하였다.

이 논문에서 제시한 초음파를 이용한 컨디셔너를 실제 현장에서 사용한다면, 기존의 다이아몬드 컨디셔너의 사용횟수를 줄여서 패드의 마모량을 크게 줄일 뿐만 아니라, 문제점으로 지적되는 입자 탈락, 오염 등의 문제점들을 감소시킬 수 있는 대안이 되리라 기대된다.

### 참고문헌

1. 정해도, "차세대 반도체 제조를 위한 초정밀 가공기술," 대한기계학회지, 36(3), pp.221-229, 1996.
2. Syd R. Wilson, Clarence J. Tracy, John L. Freeman, Jr, "Handbook of Multilevel Metallization

- for Integrated Circuits," NOYES PUBLICATIONS, Ch.6 Planarization Techniques pp. 346~460, 1993.
3. Jia-Zhen Zheng, Vincent Huang S.K., Mark Toh W.S., Charlie Tay W.S., Feng Chen, and Bin-Bin Zhou, "Optimization of Pad Conditioning for Stable Oxide CMP Process," CMP-MIC Conference, pp. 315-321, Feb 1997.
  4. 清家善之, 上肥俊郎, "超高押ジェットを用いたパッドドレッシングに関する研究," 1998年度砥粒加工學會學術講演會講演論文集, pp. 50-51, 1998. 8.31-9.2
  5. 鈴木清, 服部照久, ○山田昌博, 肉戸善明, 安永暢男, 植松哲太郎, "アルミナ長纖維混入砥石によるCMP用研磨パッドのコンディショニング," 1998年度砥粒加工學會學術講演會講演論文集, pp.56-59, 1998. 8.31-9.2
  6. Sung Hoon Lee, Hae Do Jeong, "The New Concept of Conditioner for CMP," CMP-MIC Conference, pp.209-215, Feb 1998.
  7. 월간반도체, pp.54~69, 1998. 3월호.
  8. 이종락, "초음파와 그 사용법," 세화출판사, 1997.
  9. Laih-Juh Chen, Yun-Liang Huang, Zong-Huei Lin and Hung-Wen Chiou, "Pad Thermal Image Endpointing For CMP Process," CMP-MIC Conference, pp.28-35, Feb 1998.
  10. 高橋智樹, 望月政司, 原 知義, "CMP 加工における電着ダイヤモンドコンディショナの評価," 砥粒加工學會誌, Vol.42 No.4, pp.168-171, Apr. 1998.