

균일한 입도분포를 가진 큰 입자(120nm)로 구성된 친환경적인 반도체 연마제용 Colloidal Silica 개발

정석조*, 변정환*, 배선운*, 박철진*, 김창훈**, 조광래**
에이스하이텍(주)*, 매그나칩 반도체**

Development of Uniform sized(120nm) and Pro-environmental Colloidal Silica Slurry for CMP process

Suk-Jo Jung*, Jung-Hwan Byun*, Sun-yun, Bae*, Chul-Jin Park*, Chang-Hoon Kim**, Kweng-rae Cho**
ACEHITECH Co, Ltd, MAGNACHIP Semiconductor

Abstract

전 세계적으로 반도체 연마제용으로 silica를 많이 사용하고 있으며, 주로 fumed silica 및 colloidal silica로 구분되어진다. 반도체 연마제로서의 가장 중요한 요소는 연마율, defect 및 uniformity 등이 있으며, 현재 defect 및 uniformity는 많은 연구개발을 통하여 증진되었지만 반도체 생산량과 직접 관련된 연마율을 증가시키는 기술은 화학약품 및 slurry의 농도 증가로만 가능하다. 이에 연마제의 전반적인 기능을 상승시켜 기존보다 연마율은 높이고, 결함율을 낮추며, 120nm 이상의 입자크기를 제조하여도 균일한 입도 분포도를 나타내어주고, 장기간 안정하게 사용가능하고, 친환경적인 반도체 연마제를 개발하였다.

Key Word : CMP, Slurry, Colloidal silica, Defect, Uniformity, 연마율

1. 서 론

반도체 제조공정에서 CMP 공정은 1980년대 말 미국 IBM사에서 기계적 제거가공과 화학적인 제거가공을 하나의 가공방법으로 혼합한 새로운 연마공정으로서 개발한 것으로 기존의 기계적인 연마방식은 가공 변질층이 형성이 되는데 이러한 변질층은 반도체 칩(chip)상의 결점이 되며 화학적인 연마는 변질층이 형성되지는 않지만 평탄화(planarization)된 형상 즉 형상정밀도를 얻을 수 없으며 단순히 평활한면만을 얻을 수밖에 없다. 이러한 두 가지 공정의 장점들을 잘 접목시켜 대상체를 연마하는 것이 CMP의 기본 개념이며, 이 개념은 지난 20년의 반도체 발전과 더불어 많은 연구를 통하여 잘 알려져 있다.

전 세계적으로 반도체 연마제용으로는 silica, alumina, ceria등이 많이 사용되어지고 있으며, 대부분이 silica 종류가 사용되어지고 있다. Silica는 fumed silica 및 colloidal silica로 구분되어진다. 반도체 연마제로서의 가장 중요한 요소는 연마율, defect 및 uniformity 등이 있으며, 현재 defect 및 uniformity는 많은 연구개발을 통하여 증진되었지만 반도체 생산량과 직접 관련된 연마율을 증가시키는 기술은 화학약품 및 slurry의 농도 증가로만 가능하다. 이에 본 연구에서는 반도체용 연마제를 제조함에 있어 전반적인 기능을 상승시켜 기존보다 연마율이 증대되고, 결함율을 낮추며, 120nm 이상의 큰 입자크기를 제조하여도 균일한 입도 분포도를 나타내어 주고, 기존의 fumed silica 비해 안정성(life time) 유지가 월등하게 뛰어나고, 환경유해

물질을 거의 포함하고 있지 않아 친환경적인 반도체 연마제용 colloidal silica를 연구 개발하였다.

2. 실험

본 연구에서 얻어진 모든 자료는 실제 M사의 반도체 생산공정에서 사용되어졌던 연마제에 대한 data이며, 또한 사용되어지고 있는 연마제들에 대한 data들을 종합한 것이다. 본 연구에서 사용되어진 반도체 CMP 연마제는 본 사(에이스하이텍(주))에서 직접 제조한 colloidal silica를 사용하였으며, 평균입도 분포는 size별로 45, 80, 120nm 크기를 사용하였으며, 입도분포 측정기기는 Ozsuka사의 기기를 사용하여 측정하였다. CMP 장비로는 table 1에서 보여주는 바와 같이 Mirra와 Auriga 장비를 사용하였으며, 연마제인 colloidal silica는 size별로 장비의 recipe는 다를 수 있으나 가능한 같은 조건으로 맞추어 사용하였다.

Table 1. Polishing conditions.

Polisher	AMAT Mirra-Mesa	Auriga
Pad	Perforated IC 1400/Suba IV	IC 1000
Speed	TEOS 93 / 87	TEOS 20 / 8
Slurry Flow Rate	160 ml/min	750 ml/min
Press(TEOS)	3.2 / 6.1 / 3.2	430 lbs

Table 2. Basic properties of ACESOL Slurry.

Slurry	ACESOL2045	ACESOL2080	ACESOL2012
Abrasive	Colloidal Silica	Colloidal Silica	Colloidal Silica
Section	Specification	Specification	Specification
Solid Content (%)	20±0.5	20±0.5	20±0.5
Spe. Gra (at 25°C)	1.125±0.005	1.125±0.005	1.125±0.005
Viscosity	<5	<5	<5
pH	10.8~11.4	10.8~11.4	10.5~11.2
Stabilizing Ion	KOH	KOH	KOH
Mean Particle Size (nm)	45	80	120

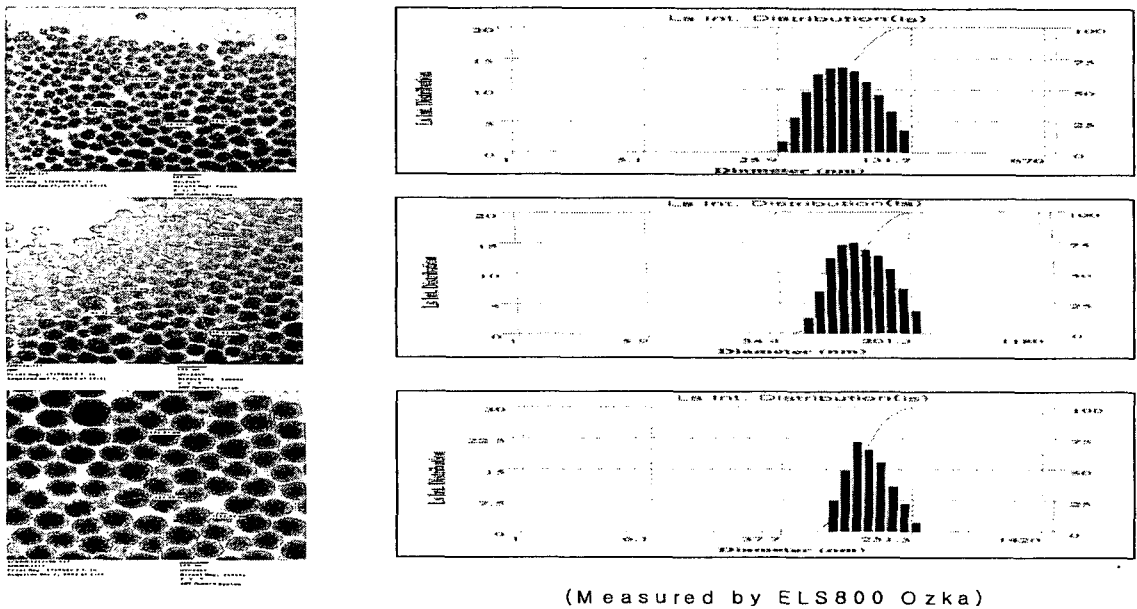


Figure 1. TEM photos and PSA of ACESOL CMP slurry.

3. 결과 및 고찰

Table 2는 본 연구에 사용한 반도체 연마제 종류에 대한 물리적 성질이다. 연마제 입도별로 silica의 농도는 20wt%로 하였으며, colloidal silica의 이온안정화제는 일반적으로 많이 사용하는 KOH를 사용하였다. 특히 연마제 입자가 120nm인 ACESOL2012는 농도는 20wt%이지만 실제 공정에서 사용하는 농도는 10wt%이다. 이는 현재 가장 널리 사용되고 있는 연마제 제조 업체인 C사의 연마제와 동일한 dilution system에 그 목적이 있다.

그림 1은 본 연구를 위하여 직접 제조한 연마제 입자 size별 colloidal silica의 TEM 사진과 particle size analyzer 이용하여 입도 분포를 측정한 결과이다. TEM에서 보여주는 바와 같이 대부분의 연마제 입도가 45, 80, 120nm 크기를 보여주며, 입자의 모양도 어느 정도 spherical한 모양에 가까운 형태를 나타내 주고 있으며, 입도분포도와 같이 비교해 보면 입도 분포도에서의 평균 입도와 비슷한 결과를 나타내 주고 있다.

Table 3. Abrasive effects(ILD).

Slurry	ACESOL 2045	ACESOL 2080	ACESOL2012 (Diluted by 1:1)
R/R (Å/min)	>2330	>2870	>2400
Uniformity (%)	<5	<5	<5
Micro-Scratch	<10	<10	<10

(Polisher: Mirra Mesa)

Table 3은 연마제 입도별 연마율의 결과이다. CMP 연마장비는 Mirra Mesa를 사용하였으며, table 결과에서 보여주는 바와 같이 같은 solid content에서 입도가 커질수록 연마율이 증가되는 경향을 보여주며, 이는 이미 많은 CMP 연구결과에서 나온 이론과 일치하는 것이다. 특히, ACESOL2012의 경우에는 CMP 공정전에 DI water 와 1:1로 희석한 결과이며, 이는 ACESOL2045와 비슷한 연마율을 나타내준다. 그리고 ACESOL2080과 2012의 경우 기존의 CMP slurry에 포함되는 많은 화학약품들이 전혀 첨가되지 않은 상태에서 나온 연마율 결과이며, 본 연구에서 얻어진 새로운 결과라 할 수 있다. 그리고 이 결과는 기존 fumed silica를 사용하는 반도체 연마제에 포함되는 많은 화학약품들이 환경문제에 악영향을 끼치는 것으로 볼 때, 본 연구에서 새롭게 개발된 colloidal silica를 이용한 반도체 연마제는 친환경적인 연마제라 할 수 있다. 또한 기존의 반도체 연마제는 일반적으로 silica의 solid content가 12.5wt% 정도이나, 본 연구의 결과에서 나타난 ACESOL2012의 경우 dilution system을 이용하여, silica solid content가 10wt%이며, 이는 폐수처리 시 sludge의 처리에 있어서도 많은 경제적인 절감을 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구에서는 반도체용 연마제를 사용하는데 있어 120nm 이상의 큰 입자에서도 입도분포가 균일하고, 연마제 입자가 커짐으로서 반도체 생산에 직접적으로 영향을 미치는 연마율이 증대되고, 필요한 입도에 따라 사용 가능한 연마제를 선택 할 수 있으며, 또한 기존 반도체 연마제에 포함되어 있는 안정제, 연마율 증대를 위한 화학 약품 및 기타 유해한 화학물질을 전혀 포함하고 있지 않아 친환경적인 반도체 제조에 그 효과가 있다고 볼 수 있다.