

BaTiO₃ 및 TiO₂ 분말이 혼합된 연마제 슬러리(MAS)를 사용한 BTO 박막의 CMP 특성

論 文
55C-6-2

Chemical Mechanical Polishing Characteristics of BTO Films using TiO₂- and BaTiO₃-Mixed Abrasive Slurry (MAS)

李 愚 宣* · 徐 龍 辰†
(Woo-Sun Lee · Yong-Jin Seo)

Abstract - In this study, the sputtered BTO film was polished by CMP process with the self-developed BaTiO₃- and TiO₂-mixed abrasives slurries (MAS), respectively. The removal rate of BTO (BaTiO₃) thin film using the BaTiO₃-mixed abrasive slurry (BTO-MAS) was higher than that using the TiO₂-mixed abrasives slurry (TiO₂-MAS) in the same concentrations. The maximum removal rate of BTO thin film was 848 nm/min with an addition of BaTiO₃ abrasive at the concentration of 3 wt%. The sufficient within-wafer non-uniformity (WIWNU%) below 5% was obtained in each abrasive at all concentrations. The surface morphology of polished BTO thin film was investigated by atomic force microscopy (AFM).

Key Words : CMP (Chemical Mechanical Polishing), BTO (BaTiO₃), MAS (Mixed Abrasive Slurry)

1. 서 론

최근에 우수한 유전특성을 갖는 강유전체 막들이 불순물 첨가 및 조성의 변화에 의해 다양한 커패시터, 압전소자, 광학소자 및 DRAM(dynamic random access memory) 등에 적용되고 있다[1]. BTO (BaTiO₃)는 페로브스카이트(perovskite) 구조를 갖고 있으며 높은 유전상수, 낮은 누설 전류 및 높은 절연 파괴 강도를 가지고 있어 초고집적회로(ULSI) 소자를 위한 매우 매력적인 물질로 인정받고 있다[2,3]. 또한 +3가 및 +5가의 원소를 미량 첨가하여 반도체화한 PTC(positive temperature coefficient) 소자로의 응용도 활발하게 진행되고 있다[4]. 한편, 고집적 DRAM이 요구하는 0.1 μ m 이하 공정과 미세 패턴 형성을 실현하기 충분한 초점심도를 확보하기 위해 광역 평탄화 기술이 요구되고 있다. 광역 평탄화를 실험하기 위하여 현재 CMP(chemical mechanical polishing) 기술이 반도체 소자 제조 공정에 필수적으로 적용되고 있을 뿐만 아니라 차세대 메모리 칩에 대해서도 연구가 진행되고 있다. 현재 CMP 공정은 초고집적회로의 다층배선 구현을 위한 PMD (pre-metal dielectric), ILD (inter-layer dielectric), IMD (inter-metal dielectric) 층 뿐만 아니라 STI (shallow trench isolation) 구조의 광역 평탄화를 위한 필수 공정으로 사용하고 있다.[5-7]. CMP 연마 특성은 연마장비[8] 외에도 연마패드와

슬러리 등 소모재(consumable)와 같은 공정변수들에 의해서 최적화 되어진다[9]. 이러한 CMP 공정의 소모재들 중에서 특히 슬러리는 CMP 공정의 연마율과 비균일도(non-uniformity) 등에 중요한 역할을 하고 있다. 슬러리의 다양한 특성들 중 슬러리 조성 및 pH(potential of hydrogen)의 변화는 연마 특성에 직접적인 영향을 미치는 주요 요소들이다. 현재까지 CMP 슬러리는 산화막용으로 실리카(SiO₂) 및 세리아(CeO₂) 연마제 슬러리, 금속막용으로는 알루미늄(Al₂O₃) 연마제 슬러리가 개발되어 사용되고 있다. 또한 산화막/금속막과 같이 이중막의 연마에 사용하기 위해 실리카와 알루미늄 연마제를 섞은 혼합 연마제 슬러리(mixed abrasive slurry; MAS)가 연구되고 있다[9]. 그러나 고유전율 및 강유전체막을 위한 전용 슬러리는 개발되어 있지 않고, 강유전체막에 CMP 공정을 적용한 사례도 거의 없었다. 앞으로 고유전율 DRAM 외에도 MARM 및 FRAM과 같은 차세대 메모리 칩에 CMP 기법이 적용될 가능성을 예측하고 최근에 BTO (BaTiO₃), BST (BaSrTiO₃), PZT (PbZrTiO₃) 막에 CMP 공정을 적용하여 발표한 바 있다[10-12]. 이 분야의 연구에서 처음으로 시도되었던 BST막의 CMP 적용 연구[10]에서 표면 품질을 향상시켜 향후 FRAM 칩 제조공정에도 CMP 공정을 효과적으로 적용할 수 있음을 제안하였다. 다음으로 슬러리의 종류와 pH의 변화에 따른 CMP 전후의 BTO 박막의 표면특성 및 유전특성의 변화, X-ray 회절분석에 따른 상의 변화, 그리고 TEOS(tetra ethyl ortho silicate) 막과 BTO 막의 연마 선택비를 평가함으로써 고집적 메모리 커패시터의 측벽 패터닝(vertical sidewall patterning)을 위한 CMP 공정의 적용 가능성 및 향상된 연마 특성에 관하여 제안한 바 있다[11]. 현재 PZT 막에 대해서도 처음으로 CMP를 적용하여 실리카 및 세리

† 교신저자, 正會員 : 大佛大學校 副教授 · 工博
E-mail : syj@mail.daebul.ac.kr

* 正會員 : 朝鮮大學校 電氣工學科 · 教授 · 工博
接受日字 : 2006年 3月 7日
最終完了 : 2006年 4月 4日

아와 같은 슬러리 연마제의 종류 및 pH의 변화에 따른 PZT 박막의 연마 특성을 연구하였다[12]. 이러한 연구결과를 바탕으로 하는 본 논문의 초점은 강유전체막에 적용할 수 있는 보다 더 향상된 연마 특성을 갖는 슬러리를 개발하기 위해 산화막용 실리카계 슬러리에 티타니아(TiO₂) 및 BTO(BaTiO₃) 연마제를 첨가한 MAS의 CMP 특성을 고찰하는데 있다.

2. 실험

본 실험에서는 8-inch SiO₂/Si 웨이퍼를 2cm×2cm 크기로 절편한 후, H₂SO₄:H₂O₂(1:4), H₂O:HF(DHF; 10:1), 탈이온수(de-ionized water: DIW)를 이용하여 세정하였다. 여기서 SiO₂ 막은 BTO 막과 SiO₂ 막의 연마 선택비를 조사하기 위해 형성된 것으로 PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition)를 사용하여 190nm 두께로 증착된 TEOS 막이다. BTO 타겟을 제조하기 위해 분말상태인 BaCO₃와 TiO₂를 1:1로 DIW와 함께 혼합하여 지르코니아(zirconia) 볼(ball)로 볼 밀링(milling)을 12시간, 120℃에서 36시간 건조하였다. 건조한 파우더를 58.44 mm의 몰드(mold)에 넣고 6 톤(ton)으로 성형하여 전기로에서 900℃에서 6시간, 1200℃에서 4시간 열처리(sintering) 하였다. BTO 막의 증착은 RF 스퍼터링 시스템을 사용하여 다음과 같은 조건에서 700 nm의 두께로 증착되었다. 웨이퍼 회전속도는 15 rpm, 기판 온도는 26℃, RF power는 60 W, 진공은 3.6×10⁻² Torr로 유지하였다. BTO 막을 형성한 후 열처리 조건에 따른 상의 변화를 고찰하기 위해 전기로에서 400~1100℃까지 100℃간격으로 열처리하여 XRD(x-ray diffraction) 회절 패턴을 분석하였다. 본 연구에서는 11.5 ~12.5%의 고체 함량(solid contents)을 갖는 KOH-based fumed silica 슬러리를 사용하였다. 연마제의 평균 입径은 160~180nm 이었다. BTO-CMP를 위해 사용된 BaTiO₃-MAS와 TiO₂-MAS의 조성은 표 1에 요약하였으며, 모든 연마 공정은 그림 1의 G&P Technology의 POLI-380 장비로 진행하였다. 테이블 속도는 50 rpm, 헤드 속도는 50 rpm, 헤드 압력은 300 gf/cm², 슬러리의 유속은 90 ml/min으로 설정하여 30초 동안 연마를 진행하였다. 연마 패드는 롬앤하쓰(Rohm & Haas)의 IC-1300/Suba-IV 구조의 이중패드를 사용하였다. 또한 패드 컨디셔닝(pad conditioning) 압력은 2 kg/cm²으로 고정하였고, 연마 패드는 교체 없이 사용하였다. 슬러리의 에이징(aging) 현상을 방지하기 위하여 연마 전에 Sonic Tech사의 초음파 교반기로 충분히 교반시켜 주었다. CMP 공정 후 웨이퍼 세정은 3분 동안 NH₄OH:H₂O₂:H₂O를 1:2:7의 비율로 제조된 SC-1 용액에서 3분간, 1:10의 DHF 용액에서 2분, 마지막으로 초음파 세척기를 이용하여 4분 동안 세척하였다. 연마율을 계산할 때 측정치에 따른 오차를 방지하기 위해 J. A. Woollam 사의 M-2000V 엘립소미터를 이용하여 각 웨이퍼마다 중앙에서 가장자리까지 시계 방향으로 9점의 동일한 지점들을 측정하였다. CMP 전후의 표면 형상을 알아보기 위해 AFM (PSIA, XE-100)을 사용하였고, 각기 다른 열처리 조건을 갖는 BTO 막의 상의거동은 X-ray diffraction (XRD; Philips, X'pert-PRO-MRD, Cu Kα=0.15405 nm, 40kV, 30mA)을 분석하였다.

표 1. TiO₂-MAS와 BaTiO₃-MAS의 레시피와 CMP 결과.
Table 1. Recipes of TiO₂-mixed abrasive slurry (TiO₂-MAS) and BaTiO₃-mixed abrasive slurry (BaTiO₃-MAS) and their CMP result.

| | Additive abrasive | Additive contents | RR [nm/min] ¹⁾ | NU% | RMS ²⁾ |
|-------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----|-------------------|
| MAS#1 | TiO ₂ | 1 [wt%] | 632 | 3 | 35.8 |
| MAS#2 | TiO ₂ | 2 [wt%] | 710 | 2 | 26.7 |
| MAS#3 | TiO ₂ | 3 [wt%] | 756 | 5 | 47.3 |
| MAS#4 | BaTiO ₃ | 1 [wt%] | 716 | 2 | 31.6 |
| MAS#5 | BaTiO ₃ | 2 [wt%] | 732 | 5 | 31.3 |
| MAS#6 | BaTiO ₃ | 3 [wt%] | 848 | 5 | 26.0 |

- 1) The removal rate of raw silica slurry was 620 nm/min.
- 2) The RMS roughness before CMP process was 75.8 nm.

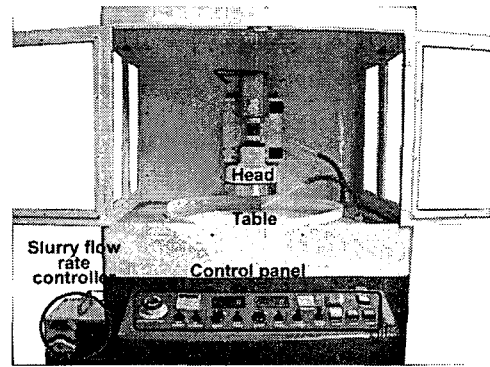


그림 1. CMP 장비사진
Fig. 1. Photograph of CMP equipment (G&P Technology POLI-380 Model).

3. 결과 및 고찰

그림 2는 산화막 CMP용으로 사용되고 있는 실리카 연마제 슬러리를 사용한 BTO 막의 CMP 특성을 보인 것이다. pH의 변화가 연마율 및 선택비에 미치는 영향을 고찰하기 위해 pH를 10.3에서 12.3까지 변화시켜가면서 CMP를 수행한 결과로 pH가 증가함에 따라 연마율은 감소하였다. 일반적으로 슬러리 용액은 산화막 표면을 약하게 만들고, 계속적으로 연마패드와 슬러리 연마제와의 기계적인 작용에 의해 연마 제거되는 메카니즘을 가지고 있다[7]. 즉, 슬러리 pH의 증가는 pOH의 감소를 의미하며, 이는 수산화 이온(OH⁻) 농도가 감소하여 BTO 막의 표면에 공급되는 OH⁻의 확산이 감소하여 BTO 막의 표면을 연화(weaken)시키지 못해 연마율이 낮아진 것으로 생각된다. 한편 pH 12.3에서 선택비의 급격한 증가는 BTO 박막과 SiO₂ 막의 연마율 차이가 커졌기 때문이며, 이는 BTO 막보다는 SiO₂ 막이 pH 변동에 더 민감하기 때문이다. 결과적으로 pH 12.3에서 플라즈마 식각을 대체할 수 있는 3.1의 충분한 연마 선택비를 얻을 수 있었다.

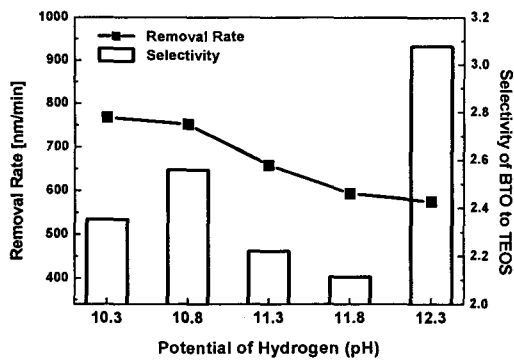


그림 2. 실리카 연마제 슬러리의 pH 변화에 따른 연마율 및 선택비 비교

Fig. 2. Comparison of removal rate and selectivity according to the pH change of silica abrasive slurry.

그림 3은 표 1에 보인 것과 같이 BaTiO₃ 분말과 TiO₂ 분말의 첨가량에 따른 혼합 연마제 슬러리(MAS)를 사용한 BTO 박막의 연마율과 비균일도를 비교한 것이다. 연마제가 첨가되지 않은 실리카 연마제 슬러리(SAS)의 연마율은 620 nm/min 이었다. 두 혼합 연마제의 첨가량이 증가함에 따라 연마율도 증가하는 경향을 보였다. TiO₂ 분말이 1wt% 첨가된 MAS#1의 경우 연마율이 632 nm/min을 나타내었으나 TiO₂ 첨가량이 3wt%인 MAS#3은 756 nm/min로 연마율이 증가하는 것을 알 수 있다. 한편 BaTiO₃를 1wt% 첨가한 MAS#4의 연마율이 716 nm/min이었으나, BaTiO₃ 분말이 3wt% 첨가된 MAS#6은 연마율이 848 nm/min으로 상당히 증가하였다. 이는 혼합되는 연마제의 종류 및 첨가량 조절이 연마율에 매우 민감하게 작용하므로 BTO-CMP 동안 연마제의 역할이 매우 중요함을 알 수 있다. 연마율 측면에서 볼 때 3wt%의 BaTiO₃-MAS의 조건에서 가장 높은 848 nm/min의 연마율을 나타내었다. 또한 비균일도 값도 모두 5% 미만의 안정된 비균일도 특성을 나타내었다. 이는 BaTiO₃-MAS와 TiO₂-MAS 모두 BTO-CMP 공정을 위해 충분한 조건을 만족하고 있음을 알 수 있다.

그림 4는 표 1에 보인 각각의 MAS를 사용한 BTO 막의 RMS 표면 거칠기를 나타낸 것이다. CMP 공정 전의 RMS 표면 거칠기는 대략 75.8 nm 이었으나, CMP 공정 후에 각 BTO막의 표면 거칠기는 상당히 감소되었다. 3 wt% TiO₂-MAS의 경우, RMS는 47.3 nm로 비적 높았으나, 3 wt% BaTiO₃-MAS와 2 wt% TiO₂-MAS의 경우에는 각각 26 nm와 26.7 nm로 상당히 감소되어 우수한 표면 품질을 얻을 수 있었다. 이는 BTO 타겟을 재분쇄하여 얻은 BaTiO₃ 연마제의 입자 크기가 TiO₂ 연마제 보다 더 작기 때문으로 생각되며, 이의 확인을 위해 다음 연구에서 BaTiO₃의 상세한 입도분석 등이 요망된다. 그림 3과 4를 종합하여 볼 때, 높은 연마율, 낮은 비균일도 및 RMS를 만족시킬 수 있는 최적의 MAS 조건은 3 wt%의 BaTiO₃가 첨가된 MAS#6이었으며, TiO₂가 첨가된 경우보다는 BaTiO₃가 첨가된 MAS가 더 적합한 슬러리로 판단된다. TiO₂ 보다 BaTiO₃가 더 우수한 특성을 보이는 이유는 연마되는 BTO 막과 동일한 성분을 갖는 BaTiO₃ 연마제가 사용되어 BTO

막의 분해가 더 빨리 진행되었으며 BTO 타겟을 제조하는 과정에서 수행된 열처리에 의해 BaTiO₃ 연마제의 기계적인 강도가 더 증가되었기 때문이다.

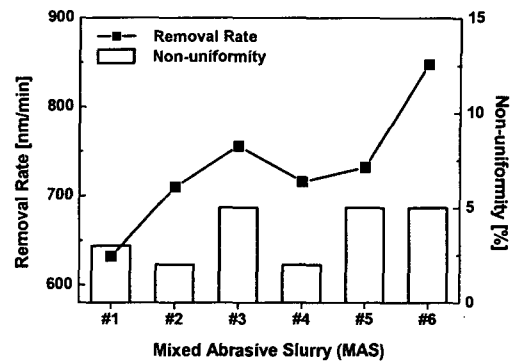


그림 3. TiO₂- 및 BaTiO₃- 분말이 첨가된 혼합 연마제 (TiO₂-MAS, BaTiO₃-MAS)를 사용한 BTO 막의 연마율과 비균일도.

Fig. 3. Removal rate and non-uniformity of BTO thin film using TiO₂-mixed abrasive slurry (TiO₂-MAS) and BaTiO₃-mixed abrasive slurry (BaTiO₃-MAS).

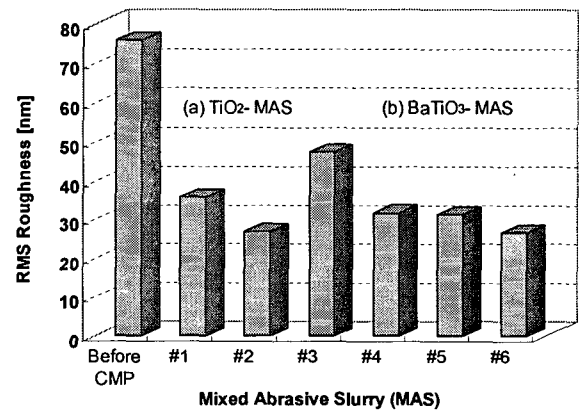
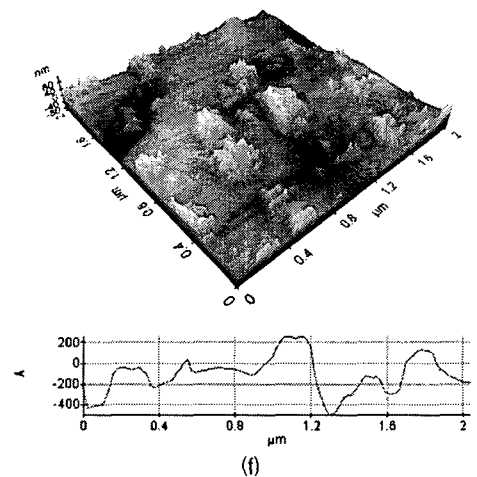
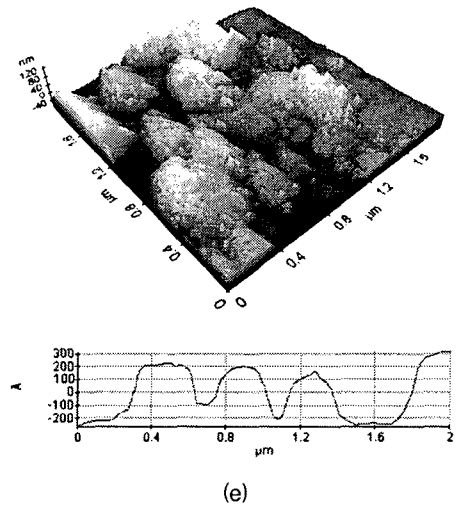
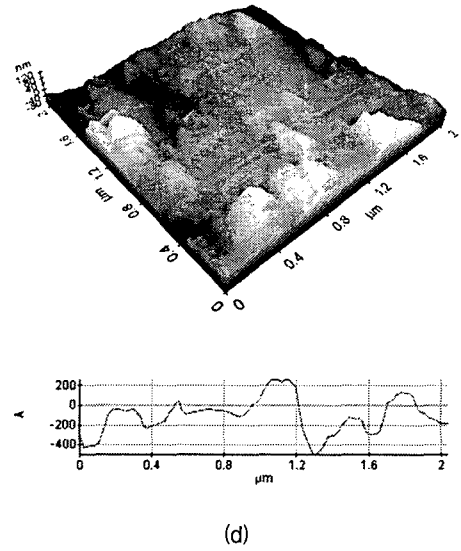
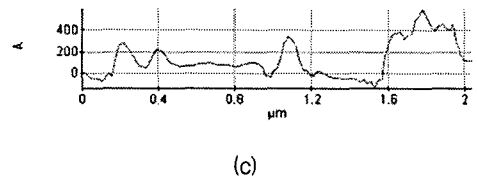
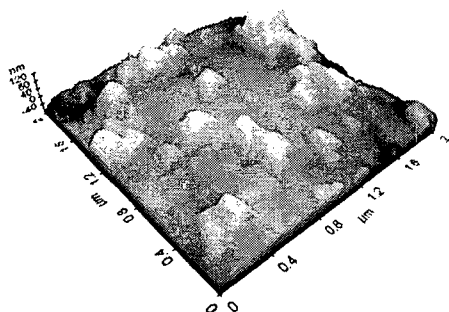
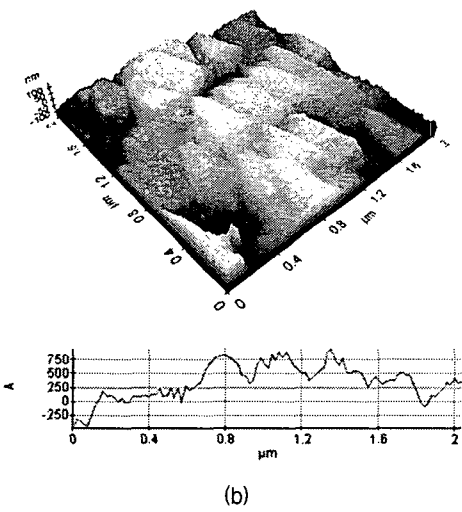
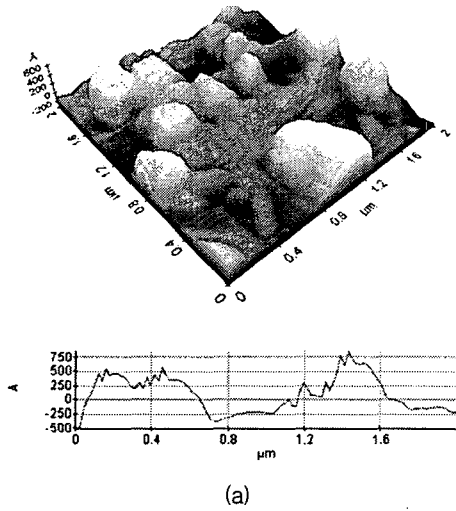


그림 4. TiO₂-MAS와 BaTiO₃-MAS를 사용한 BTO 막의 RMS 표면 거칠기

Fig. 4. RMS Roughness of BTO thin film using TiO₂-mixed abrasive slurry (TiO₂-MAS) and BaTiO₃-mixed abrasive slurry (BaTiO₃-MAS).

그림 5는 BaTiO₃-MAS와 TiO₂-MAS의 첨가량에 따른 BTO 막의 CMP 공정 전과 후의 표면 형상(surface morphology) 및 단차 프로파일(step height profile)을 비교한 AFM 결과이다. AFM 분석은 가로 세로 각각 2×2μm에서 스캔한 3차원 이미지이다. 그림 5의 (a)는 BTO 박막을 1100℃에서 열처리한 후, CMP 공정을 수행하지 않은 경우의 AFM 사진으로 RMS 표면 거칠기는 75 nm를 나타냈었고, 표면에 매우 큰 구형의 그레인들이 불규칙하게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 그림 5의 (b), (c)와 (d)는 TiO₂를 1wt%, 2wt%, 3wt%의 첨가하여 연마한 후, AFM 이미지로 RMS 값은 각각 35.8 nm, 26.7 nm, 47.3 nm로 각각 개선되

었다. TiO_2 -MAS를 사용한 연마에서는 2wt%가 가장 향상된 표면 특성을 나타내었다. 그림 5의 (e), (f)와 (g)는 $BaTiO_3$ 를 1wt%, 2wt%, 3wt%를 첨가하여 연마한 후, AFM 이미지로 RMS 값은 각각 31.6 nm, 31.3 nm, 26 nm를 나타내었다. 본 연구에서 자체 제작한 MAS를 이용한 CMP 공정 후에 표면 품질 및 단차 특성이 현저히 향상되었으며 특히, TiO_2 보다는 $BaTiO_3$ 의 경우에 더 우수한 특성을 나타내어 3wt%의 $BaTiO_3$ -MAS를 사용한 경우 RMS는 26nm로 줄어들어 가장 우수한 표면 특성을 보여 주었다.



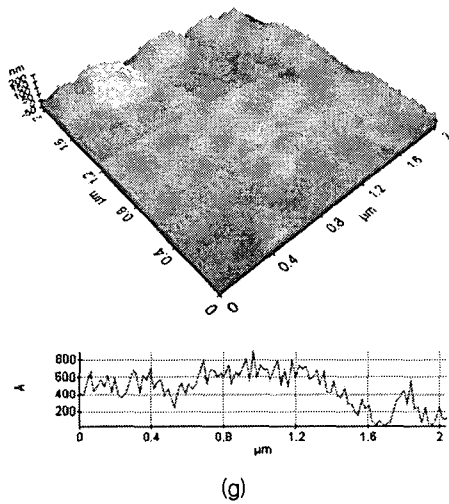


그림 5. BTO박막의 AFM 표면형상 및 단차 프로파일. (a) CMP 전, (b) 1wt% TiO₂-MAS, (c) 2wt% TiO₂-MAS, (d) 3wt% TiO₂-MAS, (e) 1wt% BaTiO₃-MAS, (f) 2wt% BaTiO₃-MAS, (g) 3wt% BaTiO₃-MAS.

Fig. 5. Surface morphology and step height profile of BTO film. (a) Before CMP, (b) 1wt% TiO₂-MAS, (c) 2wt% TiO₂-MAS, (d) 3wt% TiO₂-MAS, (e) 1wt% BaTiO₃-MAS, (f) 2wt% BaTiO₃-MAS, (g) 3wt% BaTiO₃-MAS.

이전 연구[11]에서 1100°C에서 열처리한 후 pH 변화에 따라 BTO 박막을 CMP한 모든 시료의 XRD 분석 결과, 2θ = 21.86° 과 2θ = 44.58° 에서 BaTiO₃의 broad한 피크가 관찰되었다. 조성의 불균일성에 기인하여 형성된 BaTiO₃의 표면은 CMP에 모두 제거되었으며 CMP가 BTO 박막의 상의 전위에 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다. 한편 고유전물질의 유전상수는 유전체 막의 두께에 직접적인 관계를 갖는다. 따라서 CMP에 연마될 경우 제거된 두께만큼 유전상수 값을 보상해 주어야 한다. 1100°C에서 열처리만 하고 CMP 하지 않은 시료의 유전상수 값은 149.1이었으나 pH 10.3, 11.3 및 12.3의 실리카 슬러리에서 연마된 시료들의 경우 CMP에 의해 연마 제거된 두께를 보상해 준 결과 149.7, 148.9, 152.7의 유전상수 값을 나타내었다. 이는 CMP 후에도 BTO 막의 유전상수에는 전혀 영향을 주지 않는다는 것을 말해주는 중요한 결과이다. 연마율 및 비균일도 특성, XRD 패턴과 유전상수 결과에 근거하여 볼 때, CMP 공정은 플라즈마 식각이 갖는 문제점을 보완함과 동시에 TEOS 막을 패터닝 마스크 및 CMP 공정의 stopper로도 활용할 수 있어 고밀도 DRAM 적용을 위한 고유전율 물질을 패터닝하는데 효과적으로 사용될 수 있음이 입증되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 BTO-CMP를 수행하기 위하여 BaTiO₃-MAS와 TiO₂-MAS 슬러리를 자체 제조하였다. 제조한 슬러리의 연마율과 비균일도 특성 및 표면 그레인들은 CMP 공정 전과 비교해서 더욱 향상됨을 알 수 있었다. 실험결과 모든 실험 공정조건들이 500 nm/min이상의 연마율과 5%

미만의 비균일도 특성을 보였으나, 3wt%의 BaTiO₃를 첨가한 MAS 조건에서 5% 이하의 비균일도와 848 nm/min의 가장 우수한 연마율 특성을 나타내었다. TiO₂-MAS 슬러리를 사용하여 연마를 하였을 때 보다 BaTiO₃-MAS의 슬러리를 사용하여 연마하였을 때 더 향상된 CMP특성을 보였다. 또한 RMS 표면 거칠기는 76 nm에서 26 nm로 현저히 개선되어 CMP 공정을 고유전율 고밀도 DRAM의 다층배선 공정에 충분히 적용 가능함을 확인하였다.

감사의 글

본 논문은 2006년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] S. S. Kim and H. Shunichi, "Structural characterization of epitaxial BaTiO₃ thin films grown by sputter deposition on MgO(100)", J. Appl. Phys. 78(9). pp. 5604-5608, 1995.
- [2] Y. J. Seo and W. S. Lee, "Chemical mechanical polishing of Ba_{0.6}Sr_{0.4}TiO₃ film prepared by sol-gel method", Microelectronic Engineering, Vol. 75, Issue 2, p. 149, 2004.
- [3] P. Vitanov, A. Harizanova, T. Ivannova, D. Velkov, Z. Raytcheva, "Deposition, structure evolution and dielectric properties of BaTiO₃ and Ba_xSr_{1-x}TiO₃ thin films prepared by the sol-gel method.", Vacuum, vol 69, issues 1-3, pp 371-377, December, 2002.
- [4] 이병우, 최경식, 신동우, "수열합성법에 의한 BaTiO₃ 분말합성 및 소결체의 제조", Journal of the Korean Ceramic Society, Vol. 40, No. 6, pp. 577-582, 2003.
- [5] G. B. Basim, J. J. Adler, U. Mahajan, R. K. Singh, and B. M. Moudgil, "Effect of particle size of chemical mechanical polishing with minimal defects", J. Electrochem. Soc., Vol. 147, Iss. 9, p. 3523, 2000.
- [6] W. Li, D. W. Shin, M. Tomozawa, S. P. Murarka, "The effect of the polishing pad treatments on the chemical-mechanical polishing of SiO₂ films" Thin Solid Films, issues 1-2, vol 270, pp 601-606, December 1995.
- [7] W. S. Lee, S. Y. Kim, Y. J. Seo, J. K. Lee, "An Optimization of Tungsten Plug Chemical Mechanical Polishing (CMP) using Different Consumables", Journal of Materials Science : Materials in Electronics, Vol. 12, No. 1, p. 63, 2001
- [8] Y. J. Seo, W. S. Lee, J. S. Park and S. Y. Kim, "Motor-Current-Based Real-Time End Point Detection of Shallow-Trench-Isolation Chemical Mechanical Polishing Process Using High-Selectivity Slurry", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 42, No. 10,

p. 6396, 2003.

- [9] Y. J. Seo, W. S. Lee, P. Yeh, "Improvements of oxide-chemical mechanical polishing performances and aging effect of alumina and silica mixed abrasive slurry", *Microelectronic Engineering*, Vol. 75, No. 4, pp. 361-366, 2004.
- [10] 서용진, 박성우, "졸겔법에 의해 제작된 강유전체 BST 막의 기계화학적 연마 특성", *대한전기학회 논문지*, 제 53C권 제3호, pp.128-132, 2004.
- [11] 서용진, 고필주, 박성우, 이강연, 이우선, "고집적 메모리 커패시터의 Vertical Sidewall Patterning을 위한 BTO 박막의 CMP 특성", *대한전기학회 논문지*, 제55C권 제3호, pp.116-121, 2006.
- [12] N. H. Kim, P. J. Ko, Y. J. Seo and W. S. Lee, "Chemical Mechanical Polishing Characteristics of PZT Thin Film for Ferroelectric Memory Applications" *Proceeding of ICAMD-2005*, p.377, 2005.12.

저 자 소 개



서 용 진(徐 龍 辰)

1987년 중앙대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1994년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1999~2000년 University of North Carolina at Charlotte (UNCC), 전기공학과, 과학 재단 Post-doctoral Fellow. 현재 대불대학교 전기공학과 부교수. 관심분야 : 반도체 CMP, 나노전자소자, 반도체 공정 및 소자 시뮬레이션.

Tel : 061-469-1260

Fax : 061-469-1260

E-mail : syj@mail.daebul.ac.kr



이 우 선(李 愚 宣)

1952년 1월 23일생. 1974년 조선대학교 전기공학과 졸업. 1984년 중앙대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1982년 매사추세츠 주립대 IBRD 교환교수. 1989년 Purde Univ. 한국과학재단 포스트 닥터, 2000년 3월 전기전자재료학회 반도체연구회장, 2000년 9월 전기전자재료학회 광주 전남지부장, 2001년 11월 조선대학교 연구 처장, 2004년 2월 University of California Santa Barbara, Visiting. Prof. 1978년 3~현재 조선대학교 전기공학과 교수. 관심분야 : 반도체공정, CMP

Tel : 062-230-7024

Fax : 062-232-9218

E-mail : wslee@chosun.ac.kr