

기상화학증착 텅스텐 막질의 표면 형태에 관한 연구

*전동수^{1,4)}, 김선래²⁾, 이성영³⁾, 박영규⁴⁾, 전영수⁴⁾

¹⁾삼성전자 공과대학교, ²⁾삼성전자 MEMORY사업부 FAB3팀, ³⁾삼성전자 MEMORY사업부 개발 QA팀, ⁴⁾삼성전자 MEMORY사업부 설비개발팀

e-mail : ds.jeon@samsung.com

Studies on the Morphology of the CVD Tungsten Film

*Dong-Soo Jeon^{1,4)}, Sun-Rae Kim²⁾, Sung-Young Lee³⁾, Young-kyou Park⁴⁾, Young-Soo Jeon⁴⁾

¹⁾Samsung Semiconductor Institute of Technology, ²⁾FAB 3 Team, Memory Division Samsung Electronics, ³⁾Product Quality Assurance Team Samsung Electronics, ⁴⁾FAB Equipment Development Team Samsung Electronics

Abstract

Morphology is one of important issues when developing a layer of CVD-W. we need to control the process more precisely that is filling gaps between BL(bit line)and DC(direct contact). Whereas we are facing to difficulties like not-filling contacts due to marginal problems in deposition and etching process. This paper is for investigating a method to resolve morphology problem with strengthening the condition of seasoning.

I. 서론

최근에는 Device의 고 집적화 및 Design rule이 지속적으로 Scale-down에 따라 Bit line과 Word line상의 Metalize 하는 과정에서 Contact hole을 Gap fill이 불가능함에 따라 CVD Metal을 사용해야 하는 문제가 대두 되었다. 회로 선폭이 30nm 이하로 극 미세화 되는 방향으로 진행되고 있으며 기억소자를 구성하는 Contact이나 Via의 단차 비가 점차 크기 때문에 CVD 방식이 기판의 극심한 굴곡에도 불구하고 비교적 균등한 두께의 막을 형성하는 기술로 적합하다.[1] 하지만 CVD방식을 적용하여 W를 증착 하는 단계에

서 반응 부산물과 반응 이전에 유입된 가스로 인하여 불규칙한 성장이 되어 그림 1과 같이 Bit Line bridge 및 DC not fill 현상이 유발되고 있다. 이 불량을 유발한 설비 및 챔버(Chamber) 경향성 그리고 발생 시기를 확인해 본 결과 챔버의 PM(Prevent Maintenance)와 BM(Break Maintenance)등과의 관련성이 있는 것으로 확인 되었다.

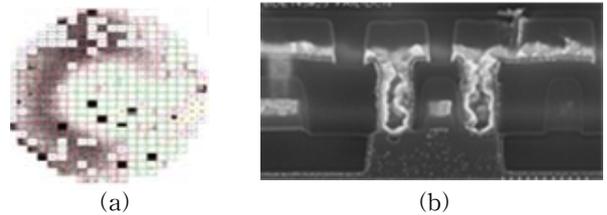


그림 1. showing a defect map on wafer(a) and a not-filled contact of the CVD-W(b)

본 논문에서는 이와 같은 현상을 유발 하는 많은 영향 인자 중 챔버의 유지 보수 후 어떠한 원인 인자에 의하여 불량을 초래 하는지에 대한 원인 및 해결 방법을 제시해 보고자 한다.

II. 본론

1. 실험 방법

본 연구에서는 초기 조건에 따른 불량 발생 원인을 규명하기 위하여 1차적으로 챔버 PM 전, 후 분석을 위해 크리닝을 통해서 챔버 내부 상태를 증착 이전의 상태로 만들고 내부 상태를 분석 할 수 있는 가스분석

장치(RGA)를 설치하여 챔버 상태를 모니터링 한 이후에는 표 1과 같이 설비 가동조건과 동일한 상태로 만들고 WF6(Tungsten Hexafluoride) 와 SiH4(Silane) 가스는 99.999%의 순도를 가지는 가스를 사용하였으며 Ar,N2,H2 가스들도 순도 99.99%이상을 만족하는 가스를 사용 하였다. 가스의 흐름은 MFC(Mass Flow Controller)를 이용하여 제어 하였으며 제어된 가스들은 각기 다른 배관을 이용하여 반응기내로 유입되어 반응을 하도록 하였다.

표 1. Process condition of CVD tungsten

		Nucleation step	Via step
압력(Torr)		30	90
온도(℃)		425	425
반응가스	SiH4(sccm)	200	-
	H2(sccm)	1000	500
	WF6(sccm)	30	95

2. 실험 결과 및 고찰

1)시즈닝 조건에 의한 영향성

설비의 유지 관리 측면에서 W 증착 후 일정한 시점이 되면 챔버 내부에 증착된 막질을 제거하기 위하여 크리닝을 실시하게 된다. 그림 2는 PM작업 직후(Wet 크리닝 실시) 챔버 내에 잔류하는 가스를 RGA분석 장치로 성분을 분석 한 결과 여러 잔류 가스 성분 중 Oxygen성분이 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 이는 PM시 챔버 내부에 증착 되어있는 W 막질을 제거하기 위해 과산화수소수(H2O2)를 사용하는데 이때 챔버 내에 흡착된 OH & O2 성분이 PM 후에 충분히 Bake out되지 않아 미량으로 잔존하여 있는 것을 알 수 있다.

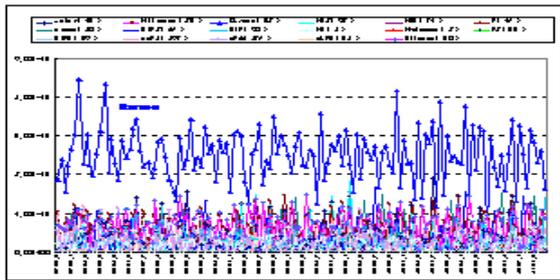
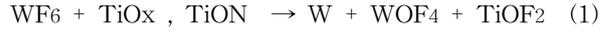


그림 2. Residual Gas in Chamber after Prevent Maintenance(Blue line is Oxygen)

특히, Oxygen은 하부 막질인 Tin과의 온도 의존성이 매우 높으므로 TiOx 또는 TiON화 될 수 있다. TiON 또는 TiOx화 된 표면에서는 WF6 와 SiH4은 TiN 표면에 반응 할 수 없으며 W 핵 생성도 이루어 질 수 없다. 이것은 Incubation Time이 존재하기 때문이다.[2] 한편 WF6 가스는 TiON 또는 TiOx를 서서히 Etch하게 되며 반응식은 식(1)와 같다.



Incubation Time동안 순수한 TiN 표면은 산화 되어진 TiN 표면의 약한 부분에서 발생되어지고 불규칙하고 등방성으로 W 핵 생성 및 성장이 이루어지며 이후 모든 TiN 표면에 정상적인 W을 증착 시킨다.[2] 이러한 잔류 가스의 제거를 위하여 챔버 시즈닝 시간을 90 초에서 180초로 증가하여 실험한 결과 W morphology 측면에서 개선되는 것으로 나타났으며 이를 바탕으로 챔버 idle시에 실시하는 챔버 시즈닝을 기존 10분 간격에서 1분 간격으로 줄여 실시한 결과 W morphology 가 그림 3와 같이 개선되는 것으로 나타났다.

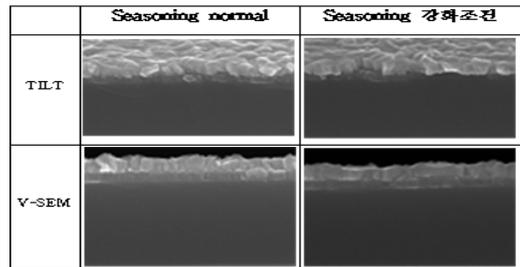


그림 3. showing the CVD tungsten morphology by changing the Seasoning time

III. 결론

본 실험에서는 챔버 상태에 따라 나타나는 영향성을 평가한 결과 챔버 PM 직후에는 이상 성장에 의해 W morphology가 불량해짐을 알 수 있었다. 타 영향성도 변경 점에 따라 변화가 이루어 질 수 있으나 초기 조건인 시즈닝의 여부에 따라 챔버 내의 잔류 가스에 의한 반응성이 상존하기 때문에 이를 제거하기 위해서는 PM 직후에는 충분한 챔버 baking을 통한 Outgassing 이 이루어지도록 하고 웨이퍼가 챔버 내로 투입되기 이전에는 충분한 시즈닝을 통해 챔버 상태를 최대한 증착 초기 상태로 만들어 줌으로써 W morphology 불량을 억제 할 수 있었다.

참고문헌

[1] 신현국, (주)유피 케미칼,반도체 재료 기술,CVD/ALD재료 기술 동향,2007년 1월호 70쪽
 [2] Morita,T.;Harada,Y.;Oki, F.;Onoda,H.; Suppression of tungsten irregular growth in W chemical vapor deposition ; Semiconductor Manufacturing, 2000.Proceedings of ISSM 2000. The Ninth International Symposium on 26-28