

반도체 알루미늄 라인 사이의 AlN 영향

AlN impact between aluminum line of semiconductor

*#권성우¹, 배종용², 구경모², 최진희², 김일홍², 한태영², 홍광표², 강민호², 김형준¹

*#S. W. Kwon(sungwoo53.kwon@samsung.com)¹, J. Y. Bae², K. M. Koo²,

J. H. Choi², I. H. Kim², T. Y. Han², K. P. Hong², M. H. Kang², H. J. Kim¹

¹ 삼성전자공과대학교 반도체공학과, ² 삼성전자

Key words : metal line, AlN(Aluminum Nitride), short, deposition, bridge

1. 서론

반도체 제조 중 metal 박막 증착 공정은 크게 화학적 기상 증착법 (CVD:Chemical vapor deposition)과 물리적 기상 증착법 (PVD:Physical vapor deposition)이 있다. 그 중 ULVAC 社의 ENTRON-EX Model 설비는 PVD 방식 중 sputtering 증착이며 wafer 맞은편에 metal target 이 위치하고 chamber 내 $10^{-6} \sim 10^{-10}$ Torr 의 진공에서 plasma 를 형성 시키기 위해 Ar 을 흘려주어 1~100mTorr 이 될 때 DC power 를 인가 하면 글로우 방전을 일으켜 Ar 이 부분적으로 이온화가 되고 Ar⁺이 metal target 에 물리적 탄성 충돌로 target 의 물질이 뜯김과 에너지를 받아 wafer 에 증착 된다.¹⁾ 반도체가 구동하기 위해서는 전기가 흘러야 하는 통로가 metal line 이다. metal 박막을 증착 후 평탄화(CMP:Chemical mechanical polishing)와 Photolithography 공정 및 식각(Etching) 공정을 진행하면 metal line 의 모형이 형성된다.²⁾ metal line 간 서로 합선(short)이 되는 불량은 반도체의 design rule 이 계속 줄어들면서 결함에 의해 크게 의존되며 그 중 미립자(PC:Particle)로 인한 두 metal line 간 다리(bridge) 역할을 하면서 발생하는 불량이 대부분이나 metal 박막 증착 후 TiN(Titanium nitride)-Ti-Al(Aluminum) 계면에서 AlN 형성되어 식각 공정때 식각되지 않아 metal line 간 도체 역할을 하여 칩(chip)의 전기적 특성 검사에서 합선 결함이 발생했다. 본 논문은 AlN 발생 된 시료 분석과 Al 증착 후 Ti-TiN 증착하는 방법을 exsitu 공정 또는 insitu 공정 실험을 통해 insitu 공정 실험 조건

중 Al 증착 시 heater 온도를 50K 상승과 Ti-TiN 으로 wafer 이동을 기존 대비 60 초 줄였을 경우 AlN 발생 빈도가 줄어 듦을 확인 하였다.

2. 실험

Table 1. Chamber 별 구성 조건

Chamber	Process	Metal Target	Heater Type	Gas	THK(%)
A	TiN/Ti	Ti	Silicon rubber	Ar, N ₂	1.89/3.77
B	Al	Al	PBN	Ar	75.47
C	Ti/TiN	Ti	PBN	Ar, N ₂	3.77/15.1

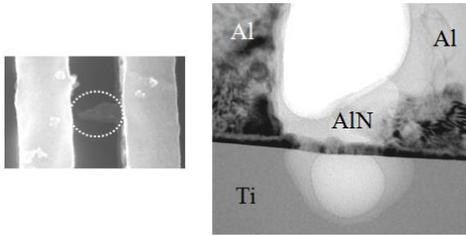
Table 2 실험 조건

	Process 진행 순서	Heater 온도(K)
Test1	A → B	A*, B(623), C(373)
Test2	A → B → C	
Test3	A → B → C	A*, B(673), C(373)

A* : heating 하지 않는 heater type

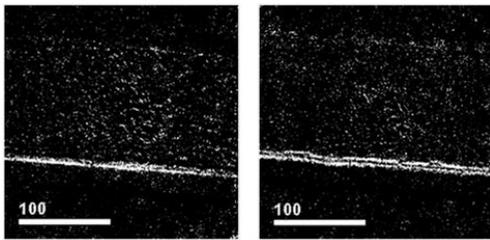
실험은 일본의 ULVAC 社의 ENTRON-EX 장비로 wafer 에 서로 다른 chamber 에서 TiN-Ti 박막, Al 박막이 증착 또는 추가로 Ti-TiN 박막이 증착을 했으며 wafer 이동 시간은 Test1,2 는 A 에서 B 로 20 초, B 에서 C 로 180 초 이내이며 Test3 는 A 에서 B 로 20 초, B 에서 C 로만 120 초 이내로 실험하였으며 구성 조건과 실험 조건은 Table.1, 2 와 같다. 분석은 1) TEM(Transmission electron microscope) 분석, 2) N 분포 분석, 3) Al Chamber PBN 이물질 E-SEM 성분 분석을 하였다.

3. 실험 결과



(a) 평면 TEM 사진 (b) 측면 TEM 사진
Fig. 1 AlN 발생 시료 TEM 분석

1) AlN 발생 TEM 분석 시 metal line 사이 Fig.1와 같이 Ti와 Al 계면에서 발생하였다.



(a) AlN 미 발생 (b) AlN 발생
Fig. 2 N 분포 분석

2) Fig.2 (b)와 같이 AlN 불량 발생 시료에서 Ti-Al 계면에 N 분포가 2 줄로 확인 되었다.

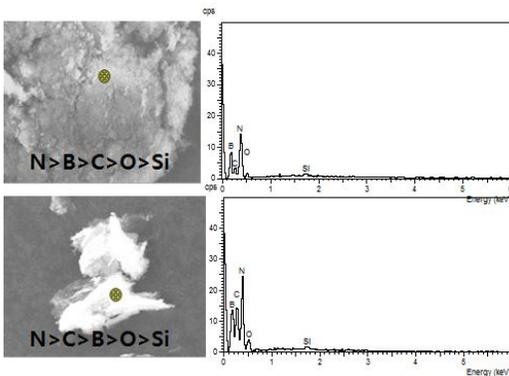


Fig. 3 Al chamber PBN 이물질 성분 분석

3) AlN 발생 Al chamber PBN 이물질 성분 분석 시 N 성분이 다른 성분보다 높음을

확인하였다.

Test.3 을 통해 Test.2 에 비해 AlN 발생 빈도가 약 50% 감소함을 확인하였다.

4. 결론

Exsitu 공정과 Insitu 공정에서 AlN 발생 빈도에서는 관계가 없으며 insitu 공정 중 Al heater 온도 상승과 Ti-TiN 증착까지의 wafer 이동 시간 감소는 AlN 발생 빈도에 관계가 있으며 Al chamber PBN 이물질 성분 분석에서 N 이 AlN 성장에 영향이 있음을 확인하였다. 다양한 AlN 증착법 중 sputtering 증착법에서 wafer 온도, NH₃ 가스 압력의 변화 및 Al 증착 속도에 따라 Al/AlN 증착 비율과 AlN 배양 속도가 비례적인 관계가 있고 기관의 온도가 573K 에서 증착된 박막에서 Al peak 가 크며 673~773K 에서는 AlN 이 peak 가 크을 통해 온도에 따라 우선 배양이 결정 된다.³⁾ 그러나 본 논문에서의 실험 결과와 상반됨에 따라 Al 증착 시 673K 이하의 heater 온도, Al 증착 속도 및 Al 증착 후 Ti-TiN 증착까지 wafer 이동 시간이 AlN 발생에 대한 영향성에 추가 실험이 필요하다.

후기

이 논문은 삼성 반도체 현장에서 발생하는 문제들을 분석하면서 만들어진 것이며 도움을 주신 모든 분들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김선규. (2011). 표면공학. 서울:두양사 (원서출판 2011)
2. Michael Quirk, Julian Serda. (2010). 반도체 소자 공정기술. (최성재, 옮김). 파주:청문각. (원서출판 2006)
3. 오창섭, 한창석. (2012). NH₃ 를 이용한 반응성 증착법에 의한 AlN 박막의 우선 배양 특성에 관한 연구. 『대한금속·재료학회지』, Vol50, No.1, pp.78~85