

반도체 공정중 ILD HDP 공정 safety idle 조건개선으로 정체에 의한 불량 개선 연구

A study on the improvement of defective products with changing conditions of safety idle in ILD HDP processes

*#윤성훈¹, 김충환², 김형준², 김정태², 김은성²

*#S. H. Yoon(yunttol.yoon@samsung.com)¹, C. H. Kim², H. J. Kim², J. T. Kim², E. S. Kim²

¹삼성전자 공과대학교 반도체공학과, ²삼성전자(주)

Key words : ILD, safety idle, skew, HT-SIN, SBD

1. 서론

현재 반도체 제조 공정에서 Chemical Vapor Deposition(CVD) 방식으로 다양한 종류의 박막이 증착되어 사용되고 있다. 그중에서 Novellus(社) SPEED 설비의 시스템은 ICP 방식으로 ILD 층으로 사용되는 Silicon Dioxide(SiO₂) 박막을 증착하는 장비로써 현재 반도체 생산 공정에서 널리 사용되고 있다. 설비 error 발생 및 기타 원인에 의해 설비가 idle 이 발생을 하게 되면 SPEED 설비는 SI(Safety Idle) 조건이 적용이 된다. 만약 SI 조건을 적용하지 않게 되면 chamber 는 정체발생시 마지막 공정 조건이 유지가 되는데 이는 deposition 된 막질의 변화나 particle 등을 발생시킬 수 있다. SI 조건이 적용되면 설비에 idle 이 발생이 되어도 chamber 의 상태를 idle plasma 가 켜져 있는 조건을 유지하게 되어 particle 발생을 최대한 억제 하는 역할을 하게 된다. 근래에 들어 device design-rule 이 점점 작아짐으로 인해 SI 적용 시점 이후로 불량 웨이퍼의 폐기건수가 증가하게 되었으며, 각 단계별로 정체 시간을 규정함과 동시에 저수율 발생시 예상되는 웨이퍼를 폐기 처리 할 수 있도록 규정하였다. 특정 단계에서는 정체 시간이 5 분 이하로 관리되어 있어 설비 error 발생시 엔지니어에 의해 웨이퍼 care 할 수 없어 원인 규명 및 개선이 시급한 과제가 되었다. 본 연구에서는 SI 조건을 변경 적용함으로써 정체 시간에 의한 불량원인을 파악하여 근본적인 개선을 통해 웨이퍼 손실을 감소시킬 수 있었다.

2. 실험

본 실험에서는 미국 Novellus(社) SPEED model 을 사용하였고, 평가 방법은 HT-SIN(High Temperature Silicon Nitride) 막질을 bare 웨이퍼에 증착 하여 sputtering 되는 양을 확인하였다. 평가 후 HT-SIN 의 두께를 KLA TENCOR 계측 설비로 측정하였다.

실험 1 은 기존 SI 조건 O₂/He/LF/MF(400sccm/400sccm/3500W/1000W)에서 LF/MF power(3500W/1500W) 값 고정 및 O₂ 량 “0”으로 setting 후 sputter 된 양을 비교하였으며, 실험 2 는 LP(Low Power) 조건 LF/MF/He(1500W/500W/450sccm) 값 고정 후 O₂ 량 변경 실험을 통해 HT-SIN 막질의 sputter 된 양을 비교하였다.

3. 실험 결과

ILD HDP 진행전 error 발생시 SIN 의 막질이 sputtering 및 oxidation 되면 후속 공정 진행시 SBD(Storage node Bridge Disturb 의 약자로 cell to cell 간의 bridge 를 screen 하기 위한 불량) 불량을 유발하여 저수율을 발생시키는 것을 알 수 있다.

	O ₂	He	Pre	Post	Skew	Plasma 상태
Test1	0	550	2505	2186	-319	안정
Test2	0	450	2508	2466	-42	불안정
Test3	0	350	2536	2649	113	불안정

Table 1. The assessment of sputter dose based on the amount of Helium

	O ₂	Pre	Post	Skew	Plasma 상태
Test1	30	2537	2541	4	안정
Test2	20	2532	2536	4	안정
Test3	10	2504	2524	20	불안정

Table 2. The assessment of amount of O₂ in the LP condition

표 1 과 2 에서 개선된 LP SI 조건(LF/MF/1500W/500W)에 대한 HT-SIN 막질 변화 평가 결과는 sputtering 되는 값은 He 이 증가하게 되면 skew(HT-SIN 막질의 차이) 값은 커지며, O₂ 증가에 따라서도 일정부분 증가 값을 가지나 50sccm flow 이상이 되면 일정한 sputtering 값을 보이는 것을 알 수 있다. GOF(Goodness Of Fit) 값에 대한 skew 량도 일정하게 변화가 되는 것을 알 수 있으며, O₂ 30sccm flow 되는 값에서 sputtering 값이 가장 작으며 O₂ flow 량이 증가하게 되면 표면 이상 막질 성장이 되는 것을 알 수 있다.

그림 1 은 LP 조건에서 가장 좋은 조건 LF/MF/He/O₂(1500W/500W/400sccm/30sccm) 적용 시 가장 sputtering 되는 값이 적으며 표면 impinging oxidation 값이 작다는 것을 알 수 있다.

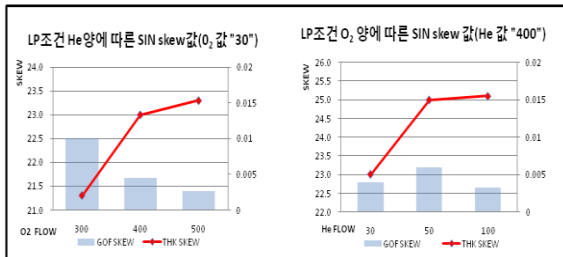


Fig 1. The assessment for the value of gas flow in improved LP SI condition

그림 2 는 HT-SIN bare 웨이퍼에 대한 평가에서 GOF 변동에 초점을 두어 HT-SIN 막질의 표면이 oxidation 되었다는 것을 유추할 수 있으며, 이는 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy) 분석을 통해 기존 SI 조건에 정체 5 분 발생시 표면에 약 100Å oxidation 이 된다는 것을 알 수 있었다. 이것은 He 에 의해 발생된 전자가 sputter 되어진 Si 와 O 의

재결합에 의한 oxidation 으로 설명되어 질 수 있다.

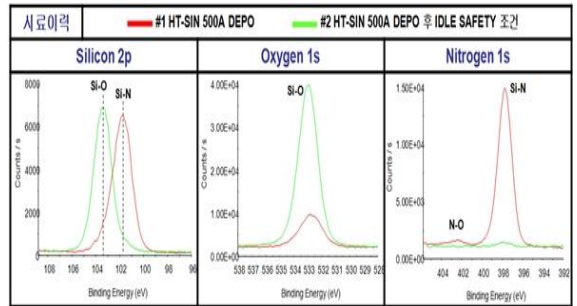


Fig 2. The analysis of the surface of membranous over the congestion of time

또한 개선된 SI 조건과 O₂ 없는 순수 sputtering 을 유발시키는 조건에 대한 수율 확인 결과 개선된 조건으로 웨이퍼 수율 93%를 확인하였으며, 정상 진행된 웨이퍼와 유의 차가 없음을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

기존 적용된 SI 조건은 장시간 정체가 되면 He 및 O₂ 에 의한 sputtering 이 발생이 되어 하부 막질의 변화가 일어나며 O₂ 에 의한 oxidation 이 되며 이를 최소화 할 수 있는 조건이 필요 하게 되었다. Test 를 통해 기존조건에서 개선된 LP 조건으로 변경 적용함으로써 기존 웨이퍼 폐기 정체 시간을 늘릴 수 있어 정체 시간에 의한 웨이퍼 손실을 감소 시킬 수 있었다.

후기

본 연구는 2011 년도 삼성전자 반도체의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

1. 김충환, 삼성사내기술논문,2011.
2. Long. M., "Power efficiency oriented optimal design of high density CCP and ICP Sources for semiconductor RF Plasma processing equipment," Plasma Science, IEEE Transactions on , vol.34, no.2,pp. 443-454, April 2006