

FOUP 사용 시간에 따른 Outgassing 및 AMC 오염 연구 A Study on Outgassing & AMCs contamination by FOUP running time

*구재한¹, #이은선², 김화영², 배순철², 송건영²

*Jaehan koo(jaehan.koo@samsung.com)¹, #Eunsun Lee(coopu.lee@samsung.com)²,

Hwayoung Kim², Sunchul Bae², Kunyoung Song²

¹삼성전자공과대학교 반도체공학과, ²삼성전자 공정개발팀 NRD 운영그룹

Key words : AMCs, FOUP, Polymeric material, Outgassing, Cross-contamination

1. 서 론

최근 Device 고집적화에 따른 Pattern size 감소로, Particle 에 의한 Device fail 문제가 더욱 심화되고 있다. 이로 인하여, particle 제어는 큰 관심 사항 중의 하나이며, wafer 및 Mask 의 Loading/ unloading 중 발생하는 AMCs 와 Particle 제어는 수율 개선을 위한 필수 사항이다. 이것의 일환으로 particle 흡착을 최소화하고자, Polymeric material 로 이루어진 FOUP(Front Opening Unified Pod)이 도입되었다. 그러나, FOUP Out gassing 및 외부(clean room)공기 침투에 의한 오염은 여전히 존재하고 있다. FOUP 의 Material 은 내열성, 정전기적 특성이 우수하나, Porous plastic material 로 만들어져 원자 단위의 이온들이 쉽게 결합하는 단점을 갖고 있다. FOUP Out gassing 의한 pattern 변화 및 particle 의한 수율 저하 사례는 보고 된 바 있다.

본 실험에서는 Process step 에 따른 오염 농도 비교와 특정 step 진행 후 FOUP outgassing 에 의한 오염 농도 변화, 확산 시간을 연구 하였다.

2-1. 실험 방법

본 연구를 위하여, 반도체 공정을 Step 별로 추적하여 particle 유/무 및 종류에 대해 평가 하였다. 각 Step 은 Metallic gas 를 사용하는 Gate poly 공정을 기준하여, 이전 공정을 NON-Metal FOUP, 이후 공정을 Metal FOUP 으로 세분화하여, 특성에 따라 평가 결과를 비교할 수 있게 하였다. 이를 Fig.1 에 도식화하여 나타내었다.

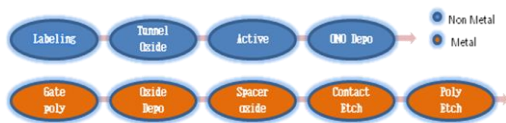


Fig.1. Flow sequence of Si gate stack formation

2-2. Evaluation of FOUP contamination by Process

Device shrink 로 인하여 process step 증가하게 되며, Wafer 의 FOUP 보관 시간도 증가한다. Wafer outgas 가 공기 중의 수분과 결합하여 응축 먼지를 발생시킨 후 FOUP 표면 오염을 유발, 낙성 particle 로 wafer attack 을 발생한다.

FOUP 오염도를 평가하고자, Gate poly 공정 전, 후로 하여 Ammonia, Total Acids 농도 평가를 실시하였다.

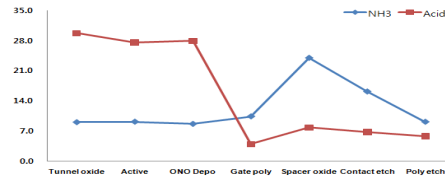
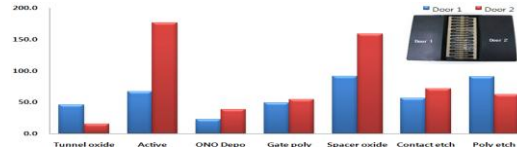
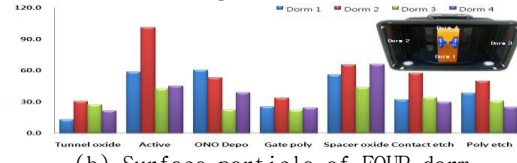


Fig.2. AMCs concentration of FOUP by process

Fig. 2 현상이 발생하는 것은 Gate poly 이후 W, Co, Cu 와 같은 Metallic atom 사용에 의하여 증착, 식각 및 세정 공정이 많아진다. 이로 인하여 Non-metal FOUP 대비 Metal FOUP 의 Ammonia 농도가 증가하는 것으로 판단 된다.



(a) Surface particle of FOUP door



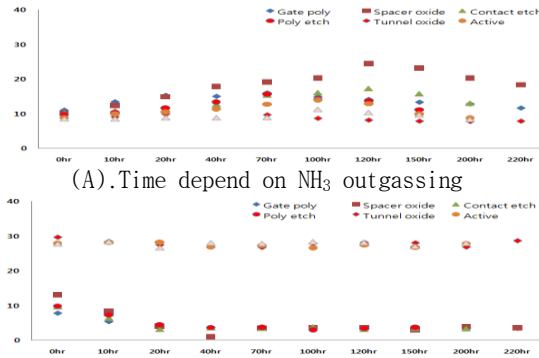
(b) Surface particle of FOUP dorm

Fig.3.Surface particle concentration by process

또한, AMCs 오염 농도를 평가한 FOUF 을 내부의 Surface particle 측정을 하였다. Surface particle 측정 크기는 0.3 μm 이상이며, Process gap 이 길수록 표면 먼지 농도가 Fig. 3 와 같이 증가함을 알 수 있었다. 이것은 Wafer outgassing 이 FOUF 內 AMCs 와 반응하여 particle 발생을 의미한다.

2-3. Evaluation of outgassing FOUF

Fouf outgassing 을 평가하고자 시간 경과에 의한 AMC(NH3, Acid) 농도 변화를 평가하였다.



(A).Time depend on NH3 outgassing
(b).Time depend on Acids outgassing
Fig.5.Time depend on AMCs 오염 변화

Non-metal FOUF 에서의 AMCs 농도 변화가 없이 일정하게 유지되었고, Metal FOUF 에서는 약 120hr 까지 NH3 농도가 증가하는 것을 확인하였다. Metal FOUF 에서 증가 현상은 SION Depo, Wet etch, Cleaning 과정에서 wafer 에 흡착된 NH3 outgassing 에 의하여 FOUF 내부에 확산, 침투 된 것으로 판단된다. Non-metal FOUF 에서 낮은 농도 수치를 나타내는 이유는 gas/chemical 의 사용량이 많지 않아 초기값과 유사한 값을 갖게 된다. 농도 변화 시간에 대한 기율기에 관련된 이론적 수치는 Fick's 2 법칙을 통하여 확인 하였다.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}$$

where, ϕ : Concentration dimension[mol/m³]
D: 상온 확산 계수, t: time[s]
x: Position length[m]

Acids 감소 현상은 FOUF 內 Humidity 와 결합하여 낙성 particle 로 FOUF 표면에 존재하는 것으로 판단된다.

AMCs 농도 증가와 FOUF 표면 성분 분석 결과에서 나타나듯이, wafer outgassing 으로 FOUF 표면의 응축 먼지 발생뿐만 아니라, FOUF 내부에 침투하여 70hr 이내 outgassing 을 발생하게 된다..

현재 FOUF outgassing 억제를 위하여 70hr 이내 FOUF Change, N2 gas 주입 등을 통하여 2 차 피해를 최소화 하고 있다.

3. 결 론

여러 논문들을 통하여 알 수 있듯이 FOUF 內 AMCs 오염으로 인하여 Device attack 을 준다는 것이 확인되었다. 인위적으로 FOUF 內 AMCs contamination 을 발생시켜 실험한 것이 아니라, 실제 process FOUF 에서도 타 논문에서 발표된 것과 같이 오염이 발생됨을 확인하였다.

FOUF Change 및 cleaning 을 통하여 기 퍼센트의 수율이 향상되었다. 현 수준에서는 Next step 의 오염을 방지하기 위하여 FOUF Change 의 해결책을 사용하고 있으나, Device 집적도 향상으로 인한 공정 step 증가는 불가항력 사항이다. 이것은 FOUF 內 Wafer 저장 시간 증가를 의미, 오염 발생 가능성 증가를 의미한다. 또한, FOUF Change step 에 대한 증가는 T.A.T 단축에 악 영향으로 작용한다. TAT 단축을 위해서 FOUF Change 를 하지 않고, 오염 요소들을 제거하는 방안이 향후 연구 과제이다.

참고 문헌

1. Herve Fontaine," Plastic containers contamination by volatile acids : accumulation, release and transfer to Cu-surfaces during wafers storage", *Solid State Phenomena Vol. 134 (2008) pp. 251-254*
2. Yoshiaki Kobayashi, "Particle Characteristics of 300-mm Minienvironment FOUF and LPU",*IEEE,VOL. 13, 2000*
3. .H. Fontaine, "Impact of the Volatile Acid Contaminants on Copper Interconnects Electrical Performance" *ECS Transactions, pp 79-86,2009*
4. Jurgen Frickinger, "Reducing Airborne Molecular Contamination by Efficient Purging of FOUFs for 300-mmWafers ;The Influence of Materials Properties",*IEEE,VOL.13, 2000*