

반도체 제조용 초순수에 총유기탄소 TOC (Total Organic Carbon) 오염 요인에 대한 연구 The contamination factor of TOC in the De-ionized Water for Semiconductor Manufacturing

*#안찬우¹, 주종일², 임성교² 김형준³

*#C.W.Ahn(chanwoo.ahn@samsung.com)¹, J. I. Joo², S. K. Lim², H. J. Kim³

¹ 삼성전자공과대학교 반도체공학과, ² 삼성전자(주) ³ 삼성전자공과대학교

Key words : Pure water, Contamination, TOC(Total Organic Carbon), VOCs

1. 서론

최근 반도체가 고밀도 및 고집적화가 됨에 따라 contamination 은 제품의 품질, 신뢰성 등의 생산성에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 deionized water 에 함유되어 있는 TOC(Total Organic Carbon), bacteria, metallic impurity, dissolved oxygen concentration, colloidal material impurity 등은 초순수 water 의 품질을 결정하는데 매우 중요한 factor 로 작용하고 있고, 이러한 불순물들이 반도체 제조공정 중 wafer surface 에 흡착 되어졌을 때 여러 형태의 defect 들을 유발한다고 알려져 왔다. 특히, 금속 및 탄소분자의 오염영향과 그에 대한 방안에 대하여 많은 연구가 진행되어져 왔다. 이러한 오염들은 반도체 소자에서 reverse bias junction leakage 를 증가시키거나 capacitance leakage 등의 전기적 특성에 악영향을 끼쳐 왔으며, 또한 오염 되어진 금속들의 Si/SiO₂ 와의 반응으로 silicide 또는 silicate 를 형성하여 gate 산화막의 열화를 가져온다는 사실들을 기존 연구 결과를 통해 나타난 바 있다.[1] 이 가운데 초순수 제조장치에서 TOC 는 매우 작은 탄소분자 만으로도 웨이퍼 결함과 수율 하락의 원인이 될 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 TOC 상승 발생 원인을 찾기 위해 초순수 제조장치의 각 단위 공정별 TOC 를 비교 분석하였고, TOC 상승에 영향을 주는 여러가지 오염원인에 대한 사례 분석을 통하여 수질에 영향을 줄 수 있는 오염인자들에 대해 연구하였다.

2. 실험 방법 및 재료

그림 1 은 초순수 제조장치 이온교환장치의 degasfier tower 의 개략도이다. 흡입되는 공기 중에 FAB 내 유기배기 성분인 VOCs (휘발성 유기화합물) Gas 가 유입되어 TOC 가 상승되는 원인을 TOC 분석기(Seivers-900)를 이용하여 실험하였고, UV 살균장치에서 VOCs 성분이 제거되는 과정을 실험 및 연구하였다. 또한, 원수 중에 조류성분으로 인한 TOC 변화를 한국수자원공사 조류 data 와 원수 TOC 분석기(Seivers-900)로 상관관계를 실험 측정하였다.

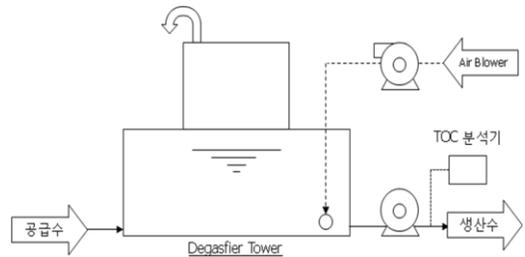


Fig. 1 Schematic diagram of the Degasfier Tower

3. 실험 결과

표 1 은 반도체 FAB 내에서 배출되는 유기 배기 Gas 가 VOCs 성분임을 확인할 수 있다.

Table 1 Organic exhaust gas of fabrication (2010)

Component	Acetone (C ₃ H ₆ O)	THC 총탄화수소	Benzene (C ₆ H ₆)
Data (ppm)	14.23	102.32	2.71

유기배기 VOCs gas 성분이 풍향에 따라, 실외에 설치된 degasifier tower 흡입 Duct 로 흡입되던 것을 실내로 흡입 되도록 개선하여 TOC 상승 오염인자를 제거하였다.

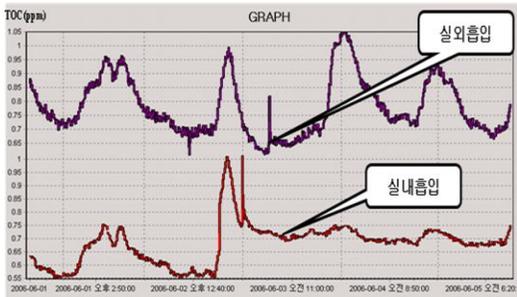


Fig. 2 TOC trend after improvement (2006)

그림 3 과 같이 200~400nm 범위의 자외선 살균장치를 이용하여 수중의 VOCs gas 성분이 광분해 되는 효과를 나타내고 있다. 반응 1 시간 후 방향족 화합물의 주 성분인 벤젠은 98%, 에틸벤젠은 96%, 크실렌은 95%의 분해율을 나타내지만, 톨루엔의 경우는 다른 물질들에 비해 45% 정도로 떨어짐을 알 수 있었다.[2]

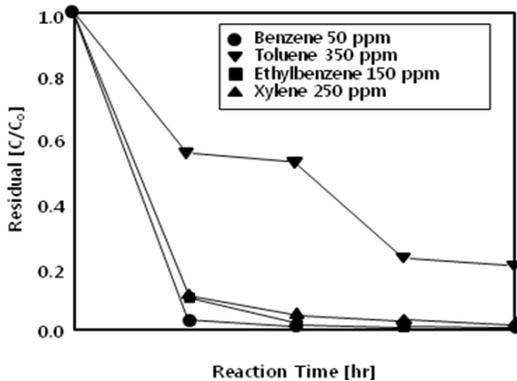


Fig. 3 Photodegradation of aromatics with UV irradiation (Volumn: 1,000mL)

초순수의 원수(공업용수) 중에 조류 성분이 상승 할 경우, COD(생물학적 산소요구량)의 증가로 물 속의 유기물을 산화시켜 CO₂ 값을 측정하는 TOC 값도 증가하게 된다.(식 1)



CO₂ 값의 증가로 인해 조류농도가 상승할 경우, TOC 도 동반 상승하는 상관관계를 아래 그림 4 와 같이 2006 년 한국수자원공사 조류와 초순수 제조장치의 원수 TOC data 에서 확인 할 수가 있었다.

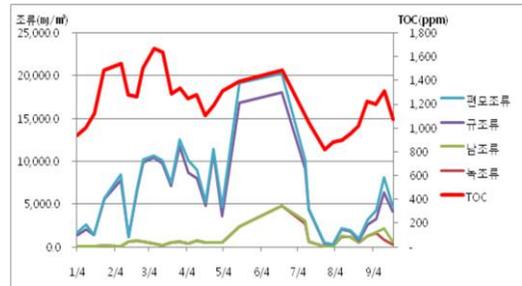


Fig. 4 Algae vs TOC trend of treatment water

4. 결론 및 고찰

실험결과에서 알 수 있듯이 TOC 상승에 영향을 주는 오염원인으로서 유기배기 gas 내에 있는 VOCs gas 성분이 Pure water 에 녹아 탄소 성분에 의한 TOC 가 상승함을 알 수 있었고, UV 살균장치를 이용하여 THC 주성분인 벤젠, 에틸벤젠, 크실렌의 분해율도 확인하였다. 또한, 원수의 각종 조류 성분들이 TOC 주요 오염요인이라는 것을 본 논문을 통해 확인 하였다.

후기

본 연구는 삼성전자(주) DS 총괄의 지원으로 진행되었습니다. 본 연구에 도움을 주신 관계자 분들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Jae-Iah Song, "Application of ultra pure water in semiconductor wet cleaning process", 한국막학회, 151-152 (1997)
2. Byoung-Chul Min, "Degradation of Aromatic Pollutants by UV Irradiation" J. of Korean Ind. & Eng. Chemistry, Vol.8, June, 502-509 (1997)
3. 문옥란, "A Study on the Correlation of Characteristics of Natural Organic Matter and Algae in the Juam", 대한환경공학회, 420-426 (2006)