



## 전문가의 팁과 힌트

### FOUP 내부의 공기중 분자 오염(AMC) 조건의 분석

클린룸 환경에서 수행되는 생산 공정은 진공 시스템에 대한 요구가 매우 까다롭습니다. 아주 작은 입자라 할지라도 공정을 심각하게 제약하고 성능을 저하시키고 그 결과 경제적인 손해를 입힐 수 있습니다. 따라서 오염 리스크를 최소로 유지할 수 있도록 특정한 생산 환경을 제어하고 분석하는 게 중요합니다.

#### AMC - 클린룸 공정에 대한 위험

클린룸의 공기에 존재하는 기체 화합물, 표면 또는 제품을 오염시킬 수 있는 공정 장비 또는 용기를 공기중 분자 오염(AMC)이라고 부릅니다. AMC는 최첨단 플랜트에서 심각한 손상을 초래하고 중요한 수율 손실과 상당한 성능 저하를 유발할 수 있습니다. 몇 가지 오염 방지 조치를 시행할 수 있으나 다음과 같은 의문 사항이 있습니다. 어떻게 해야 전면 개방 통합 포드(FOUP) 내부의 공기중 분자 오염을 쉽고 확실하게 분석할 수 있습니까?

#### AMC 분석용 APA 시스템

APA 302는 소위 FOUP라고 부르는 운송 상자에서, 그리고 주변 환경에서 AMC를 측정하는 독특한 인라인 모니터링 시스템입니다. APA 302는 플루오린화 수소(HF)에 대한 특별한 측정 기능과 함께 사용할 수 있습니다. 이는 FOUP 필터를 통해 샘플을 채취한 후 2분 내에 플루오린화 수소의 농도를 결정합니다. 이 측정은 공동 광자 감쇠 분광법(CRDS) 기반 분석 시스템에서 ppb 범위의 고감도로 실시됩니다.

AMC 농도는 APA 302 결과에 기초하여 실시간으로 획득할 수 있습니다.

그러나 올바른 결론을 도출하려면 FOUP 환경에서 AMC의 작용을 이해하는 것이 중요합니다. 실제로 FOUP는 AMC가 문제가 되고 몇 가지 흡착 또는 탈착 현상이 발생하는 불활성 및 정적 대기가 아닙니다.

이는 다음과 같이 몇 가지 다른 단계로 나눌 수 있습니다.

- FOUP 대기는 웨이퍼 표면에서 탈기되는 플루오린화 수소에 의해 오염됩니다. HF 분자가 FOUP 표면에 의해 흡착되는데, FOUP 표면 상의 HF 농도는 다음과 같이 헨리의 법칙에 따라 FOUP 대기 내의 HF 농도에 비례합니다.

$$C_s = S \times C_g$$

S는 폴리머 내의 HF 용해도입니다.

C<sub>s</sub>는 폴리머 표면 상의 HF 농도입니다.

C<sub>g</sub>는 FOUP 대기 내의 HF 농도입니다.

- 이 경우, HF 확산(픽의 법칙에 의해 특성화됨)이 다음과 같이 FOUP 재료 내에서 발생합니다.

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D \times \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

D는 확산 계수입니다.

C(x,t)는 시간 t에서 재료 두께 내 위치 x의 국소 기체 농도입니다.

이 문제의 결론에 따르면, 오염이 FOUP 부피 내에 오래 머물수록 HF 오염물이 FOUP 재료 속으로 더 깊게 확산된다는 것을 보여줍니다. 게다가 FOUP가 "스펀지"와 같은 역할을 하므로 이는 이 HF 흡착 때문에 부피 내의 농도가 감소한다는 것을 의미합니다.

- 마지막으로, 오염 원인 물질이 FOUP 부피에서 제거될 경우 HF가 FOUP 벽에서 FOUP 대기로 탈착됩니다.

따라서 확산 및 탈착 현상이 고정적이지 않습니다(즉, 시간 재료 및 농도에 따라 달라짐). 따라서 HF가 각 상황에서 어떻게 변화할지 예측할 수 없습니다. 사실상 APA 302에 기반한 테스트 계획을 진행하는 동안에는 고정된 시간 간격으로 측정을 실시해야 합니다.

다음 단계에서는 오염 비교 시 시간의 중요성을 보여줍니다.

1. 불소 기체(예: CF<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, SF<sub>6</sub>)를 사용한 건식 식각 프로세스의 식별
2. 25개의 웨이퍼를 담은 FOUP의 선택 및 이 프로세스의 응용
3. 2시간 동안의 FOUP 저장
4. HF 분석기를 사용한 APA 302 측정
5. 웨이퍼 제거 및 FOUP 봉입
6. FOUP 봉입 직후의 APA 302 측정
7. FOUP 봉입 2시간 후의 APA 302 측정

아래의 표에서 표준 폴리카보네이트 FOUP를 사용하여 획득한 결과의 예를 참조하십시오.

	건식 식각 2시간 후	FOUP 봉입 직후	FOUP 봉입 2시간 후
APA 302를 사용하여 모니터링한 HF 값(ppbv)	100	< 0.5	20

표 1: 표준 FOUP에서 획득한 결과의 예

건식 식각 후 2시간이 지나면 FOUP 대기에 웨이퍼 탈기체 때문에 고농도(100 ppbv)의 HF가 함유된 것을 관찰할 수 있습니다. 농도 값이 이렇게 높은 대기 시간 동안 결함이 증가할 수 있습니다.

APA 302를 사용하여 이러한 높은 값(10 ppbv 이상)을 생성하는 단계를 식별하는 일이 선진 반도체 생산에서 산출량을 지속적으로 제어하는 데 있어 핵심적인 요소입니다.

웨이퍼를 FOUP에서 꺼내면, FOUP 봉입 직후 측정된 농도는 클린 룸 농도(0.5 ppbv 미만)로 되돌아옵니다. FOUP는 실제로 청정한 공기 조건에서 열렸고, 청정한 공기가 FOUP로 유입되었습니다. APA 302가 FOUP 봉입 직후에 사용된 경우, FOUP 부피를 채우는 데 탈착 시간이 부족해서 FOUP의 청정도 상태를 정확히 해석할 수 없었습니다. 사실상 FOUP 봉입 2시간 후, FOUP 탈착 때문에 HF 농도가 급격히 증가했습니다. 따라서 FOUP 청소 기준을 맞추려면 오염된 웨이퍼의 저장 시간을 고려해야 합니다. 왜냐하면 FOUP에 머무는 시간이 길수록 재료 내부의 확산이 높아지는 한편 표준 탈이온수 청소로 오염물을 제거하는 일이 그만큼 더 어려워지기 때문입니다.

상기 설명은 FOUP 조건을 분석하기 위해 APA 302를 효율적으로 사용하는 방법에 대한 일반 프로토콜의 일부입니다.

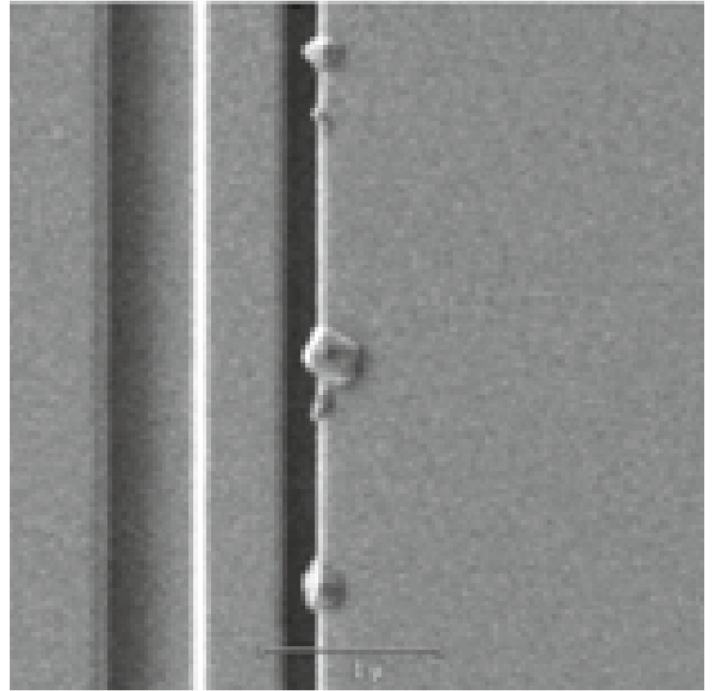


그림 1: 높은 HF 농도로 인한 대기 시간 동안의 결함 증가

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베큘은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션, 기술적인 완벽성, 역량 있는 조언, 신뢰성 있는 서비스를 제공합니다.

## 완전한 제품군

간단한 구성품에서 복잡한 구성품까지:  
당사는 종합적인 제품 포트폴리오를 제공하는 유일한 진공 기술 공급업체입니다.

## 이론과 실재를 바탕으로 갖춰진 뛰어난 역량

당사의 노하우와 교육 기회의 포트폴리오에서 얻을 수 있는 이점!  
당사는 전세계에 걸쳐 플랜트 레이아웃을 지원하고 최고의 현장 서비스를 제공합니다.

완벽한 진공 솔루션을 찾고 계  
십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베큘 GmbH  
본사 · 독일  
전화: +49 6441 802-0  
info@pfeiffer-vacuum.de

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)