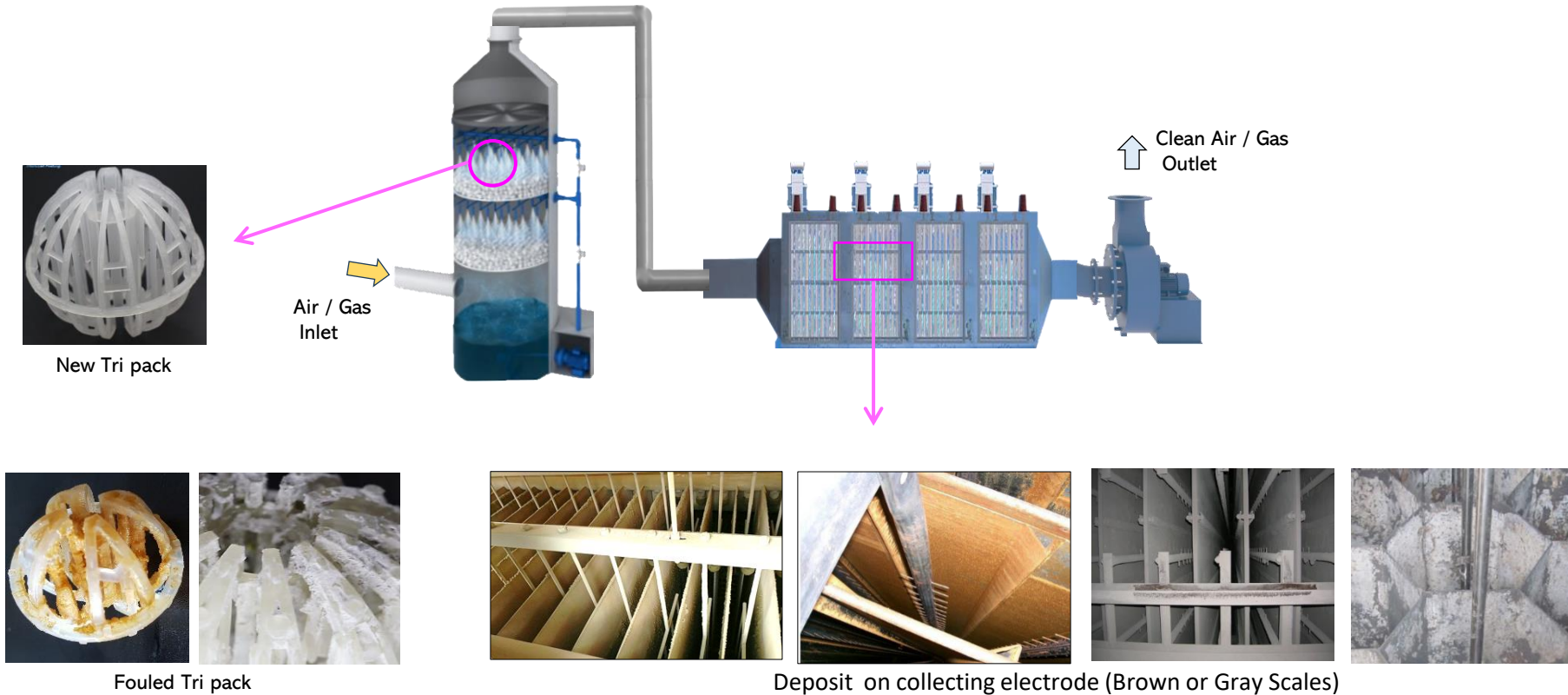


## 반도체 및 디스플레이 산업의 Scrubber Fouling 및 대책

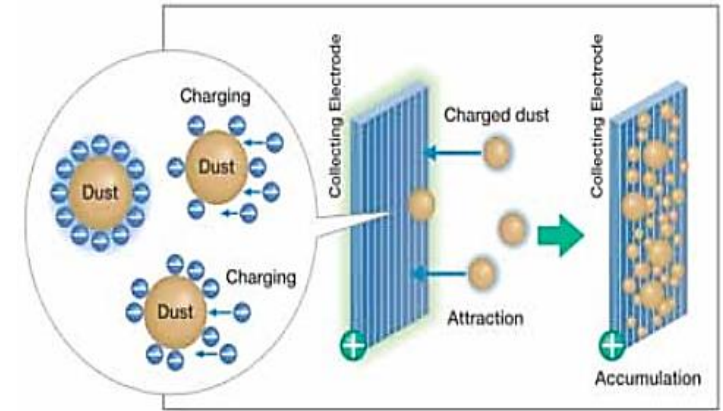
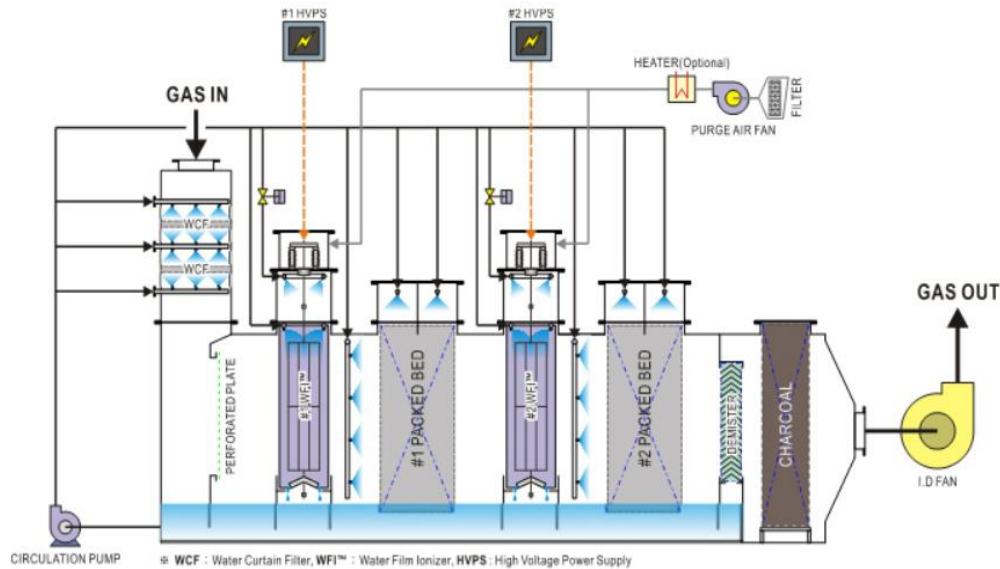
일반적으로 반도체 및 디스플레이 생산공정은 박막공정(CVD Thin film : Oxide growth or deposition), 건식 및 습식 식각(Etching) 및 포토 / 이온 임플란트공정(photo resist, ion implant) 등 다양한 공정에서 사용하고 배출되는 유해 성분(Ex: SiNx, F2, NH4Fx, SiF4, NH3, NF3 etc.)을 wet burn, Heat, Plasma 형식의 Local scrubber 에서 제거하고, 배출되는 입자상의 물질을 제거하기 위해 습식 전기집진기가 사용된다. 전기집진기는 직류 고전압을 사용하여 집진극과 방전극 사이의 코로나 방전(corona discharge)을 이용하여 공기 중의 분진 및 미스트(mist)에 전하를 주어 대전 입자를 집진극(collecting electrode)에 유도 부착되게 하여 분리 포집하는 장치이다.

집진판에 부착된 분진이 누적되어 두께가 증가하면 분진층이 절연체로 작용하여 전기 전도도 저하와 코로나 방전의 특성이 변화됨으로써 전체적으로 집진 효율이 저하되게 된다. 집진극(collecting electrode)에 부착된 물질은 Silicon dioxide 및 Loamy, Clay, Sandy Soil 와 각종 배출되는 미립자 의해 합성된 Salts 형태로서, 점착성이 강하고 경화되어 이탈되지 않고 시간이 지날 수록 두껍게 쌓이게 된다. 집진 효율이 떨어져, 배출되는 미립자(서브마이크론: <math><1\mu\text{m}</math>) 들은 광산란 지수가 높아 백연 현상을 유발하게 된다.

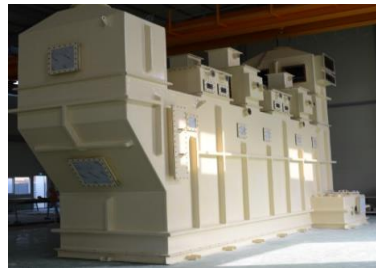


# 대기 배출 저감을 위한 Scrubber

반도체는 산화, 식각, 증착 및 포토 공정 등 다양한 제조 공정을 거쳐서 제조되고, 이들 반도체 제조 공정에는 반응 가스로 다양한 종류의 유독성 화공 약품 및 화학 가스 등이 사용되며, 반응 가스들은 산화 성분, 인화 성분 및 유독 성분 등을 포함한다. 따라서, 반도체 제조 공정의 여러 단계에서 아르신, 포스핀, 디보란, 모노실란, 암모니아, 산화질소, 보론 트리 클로라이드, 불소 화합물 및 실리카 등으로 대표 되는 가스상의 독성물질 및 더스트, 분진 등을 포함하는 폐가스가 발생하고 Scrubber에서 포집하게 되며, 그 성능이 유지되어야 한다. 이와 같은 Scrubber의 유지 보수를 위해서는 적절한 세정제를 적용하여 CIP(Cleaning In Place) 을 시행하는 것이 바람직하다.



▲ 코로나 방전에 의해 집진판에 고형물의 부착되는 메카니즘



WEPS Image source : eco solutech

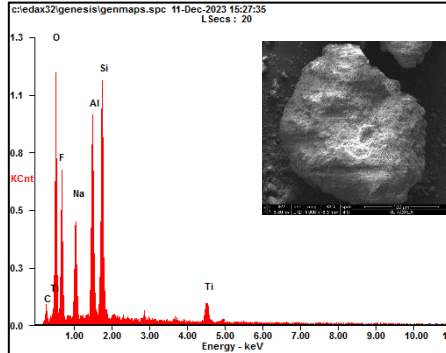
## Scrubber 의 Deposits 물질의 성분 분석

다양한 공정 배출 물질에 의해 Scrubber 장치에 부착된 스케일은 스케일 성분은 반도체, 디스플레이 제조 공정에서 사용하는 화학물질에 따라 달라질 수 있으며, 다양한 불용성 Scale로 scrubber bed 충전물 및 전극판에 부착됩니다.

실리카 복합물 스케일



Tri pack 에 부착된 Gray color scales



SEM\_ EDX 분석

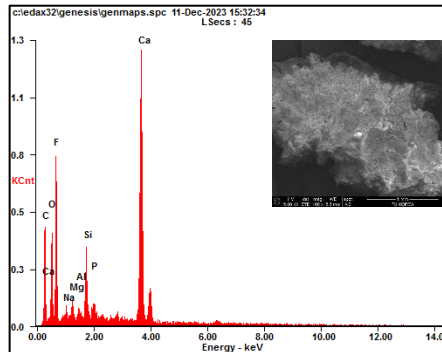
Element	Wt%	At%
C	05.53	09.43
O	27.26	34.93
F	18.40	19.86
Na	08.28	07.38
Al	14.87	11.30
Si	20.21	14.76
Ti	05.46	02.34

SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

미네랄 복합물 스케일



Tri pack 에 부착된 Brown color scales



SEM\_ EDX 분석

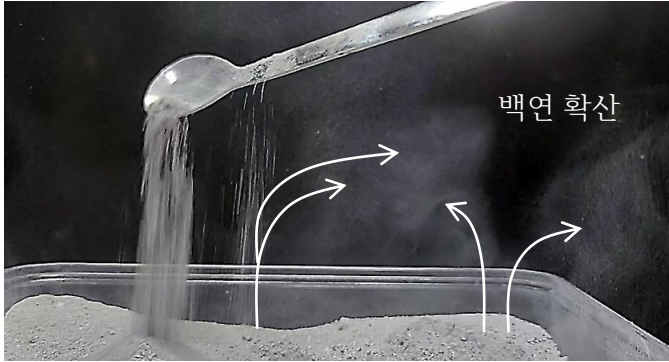
Element	Wt%	At%
C	15.64	27.16
O	17.27	22.52
F	23.16	25.44
Na	00.85	00.77
Mg	01.14	00.98
Al	00.46	00.36
Si	04.39	03.26
P	01.35	00.91
Ca	35.74	18.61

CaCO<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, NaF, , SiO<sub>2</sub>

Scrubber에 부착된 무기염 및 금속 산화물은 Scrubbing 장치에 단단하게 고착되어 물리적 방법으로 제거하는 데에는 한계가 있다. 따라서, 화학적으로 결합한 물질은 화학적으로 용해 및 분산하여 외부로 배출하는 화학 세정제의 필요성이 요구된다.



## Scrubber deposits 물질의 특징



sub micron (<math><1\mu\text{m}</math>) 미립자

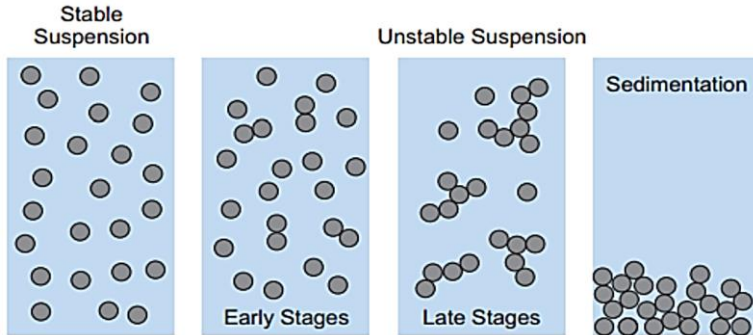
배가스 중의 실리카( $\text{SiO}_2$ ) 및 여타 다양한 물질이 알카리 수용액 중에서 미립자를 형성하고 용액 중에 분산되어 있는 미립자는 표면 극성기의 해리와 이온의 흡착에 의하여 전기적으로 음극 또는 양극으로 대전 되고 전하를 띤 파티클에는 상대 이온이 흡착되어 응집되고 Scrubber의 Packed bed에 축적 되어 fouling 및 Scrubber의 차압을 증가시킨다



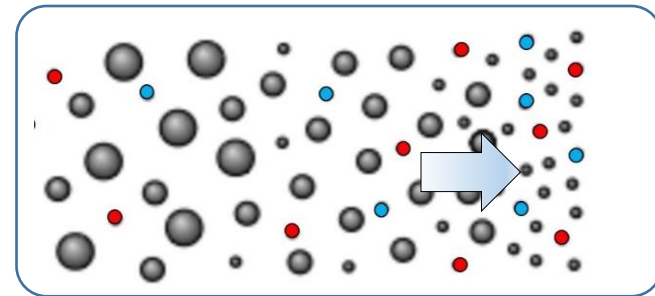
고형화 Scale



미립자 Scale



silica 미립자의 응집 및 퇴적 개념도



Fluidized by dispersant (용해 및 분산제에 의한 유동화)

**\*\* SkpChem의 화학세정제는 Scrubber 장치 부재의 손상 없는 친환경 세정제제로서, 무기염 및 금속화합물을 용해 및 분산 시켜 유동화하여 외부로 배출 할 수 있는 정밀화학약품을 제공합니다.**

# Scrubber Scale 의 세정 방법

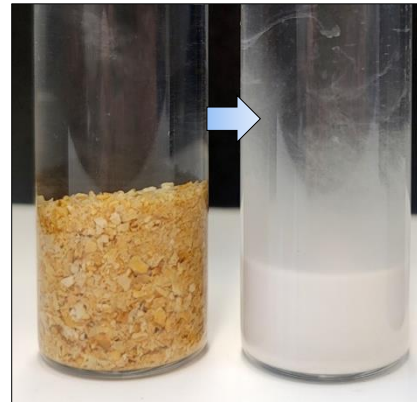
스케일 용해 성능 검증을 위한 실험



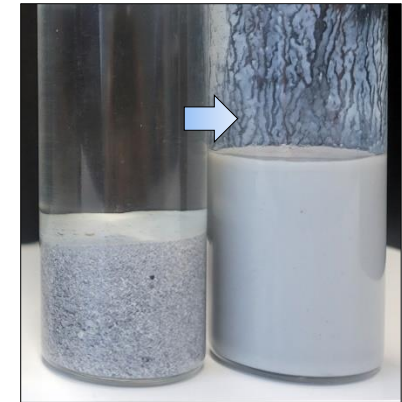
△ Scale 용해 및 분산 실험 장치  
고형화된 불용성 Scale은 용해 및 분산하여 미립화된 유동상태(Fluidization)로 전환 후 용이하게 장치 외부로 배출한다.



SKP 세정제에 의해 Tri pack 에 부착된 scale 의 제거 전, 후 모습



Silica Rich scale  
( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  
의 용해 및 분산 전, 후 모습

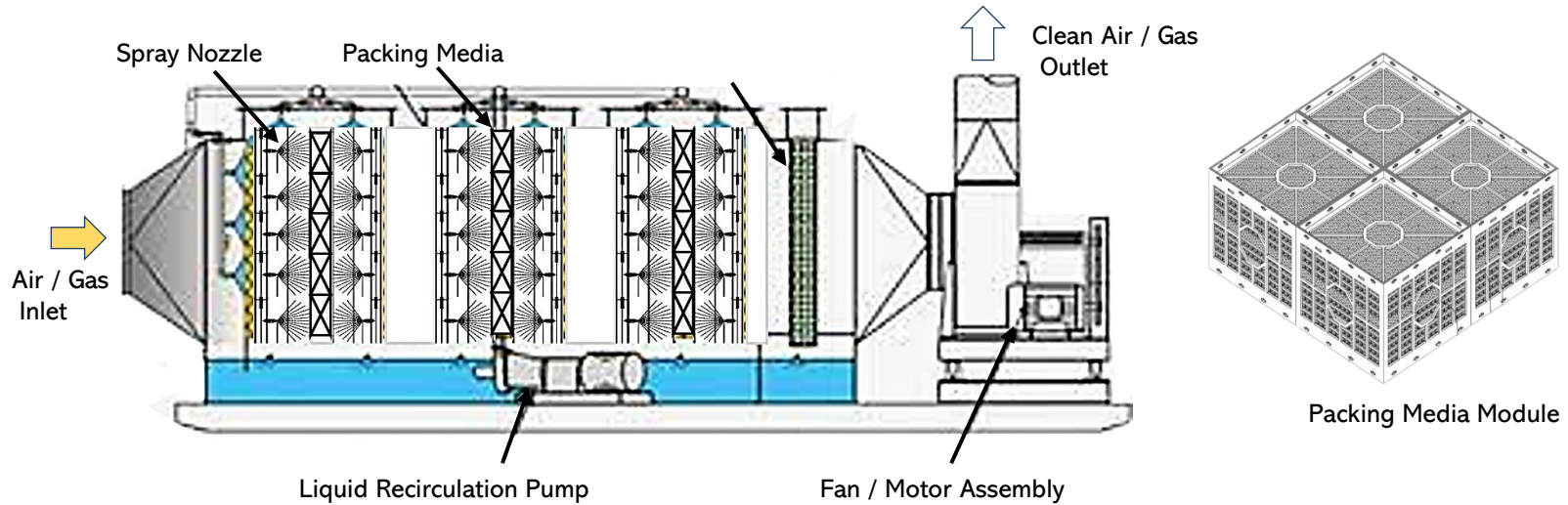


Mineral Rich scale  
( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{SiO}_2$ )  
의 용해 및 분산 전, 후 모습

\*\* SkpChem 의 Scrubber Scale 세정용 정밀화학약품은 장치의 분해 및 밀폐공간의 진입 없이 CIP 세정방법을 통해 해결할 수 있습니다.

## 유기물 생성 Scrubber 의 Fouling Deposits Cleaning

Wet Scrubber의 환경에는 암모니아화 같은 물질이 박테리아의 성장과 생물막 형성을 촉진하는 중화를 위한 황산 용액의 존재로 인해 scrubber 충전층의 지속적인 습기는 박테리아가 표면에 부착하여 보호 생물막을 형성 및 증식 할 수 있는 이상적인 환경을 제공합니다. 박테리아가 증식하면서 고분자 물질(EPS: extracellular polymeric substances)을 생성합니다.



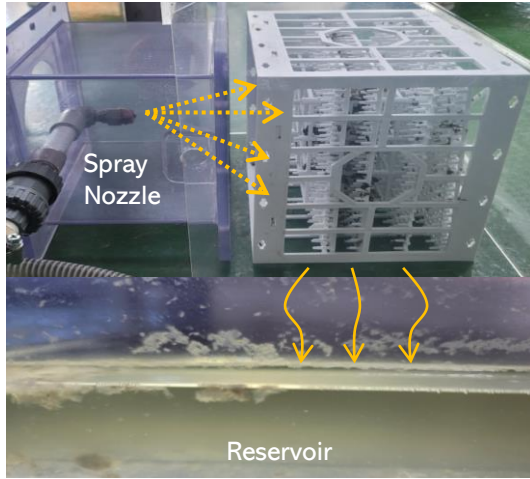
WEPS Image source : seah greentech

**\*\* SkpChem 의 Scrubber Scale 세정용 정밀화학약품은 장치의 분해 및 밀폐공간의 진입 없이 CIP 세정방법을 통해 해결할 수 있습니다.**

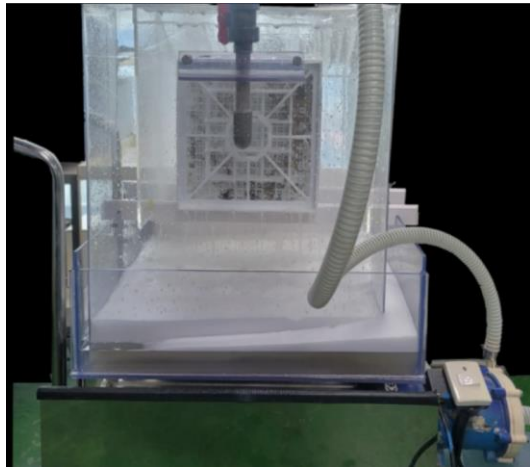


# Bio film Cleaning 방법 및 효과

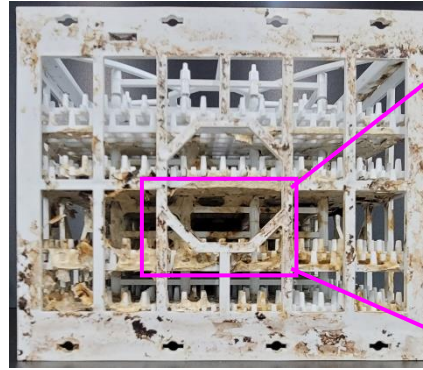
## 세정제 성능 검증을 위한 실험



Spray & re-circulation



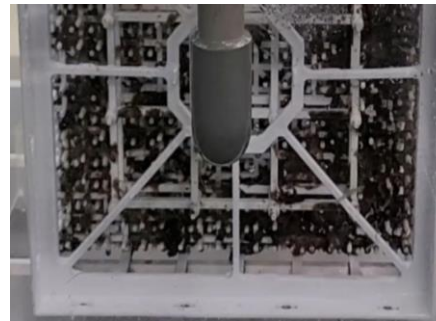
Spray & re-circulation Cleaning



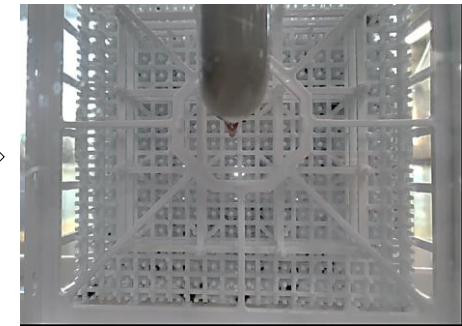
Packing Media (P.P)



Deposits : bio Film



Before Cleaning



After Cleaning (2hr)

### < 실 세정 방법 >

- \* 본 Packing Media는 암모니아 Gas에 의해 생성된 Bio-film deposits 을 세정하여 제거하는 사례임.
- 1) SkpChem 의 전용세정제를 용수에 15%로 희석하여 Scrubber Basin 에 채워 순환세정을 시행한다.
- 2) 순환세정 시간은 4~8시간동안 시행 후 폐수를 Drain 후 용수를 채워 정상 운전한다.