

# OLED向 LTPS TFT 공정의 세정

- 概略 및 紹介 -

Samsung SDI, 권 정 현

# Device 별 세정 비교 1/3

Subj.	Semiconductor Process	Flat Panel Display Process
1. 세정의 대상	Wafer. ~ 300 mm dia.	Glass, ~ 1870*2200 mm (7 <sup>th</sup> G) <i>300 * 400 (1<sup>st</sup> G)</i>
2. 세정 chemical	SC1, SC 2, SPM.. RCA cleaning.. <i>Acid &amp; Base Mixture</i>	Detergent, THAM, 電解水
3. 세정 목적	Organics, Metal, Particle, Oxide	Organics, Particle, Water Marks, <i>Metal, Oxide</i>
4. 반송 단위	약 25 매/lot, Carrier. (process)	1 매, 연속 반송 (process)
5. 세정 방식	Dip, Bath	Shower, Spray
6. 세정 TAT	약 10분/each bath	1 min under/1 매, chamber <i>연속반송 1000 ~ 8000 mm/min</i>
7. 기타		<i>얼룩 (Water Marks)</i>

# Device 별 세정 비교 2/3

\* The International Technology Roadmap for Semiconductors ; 2001

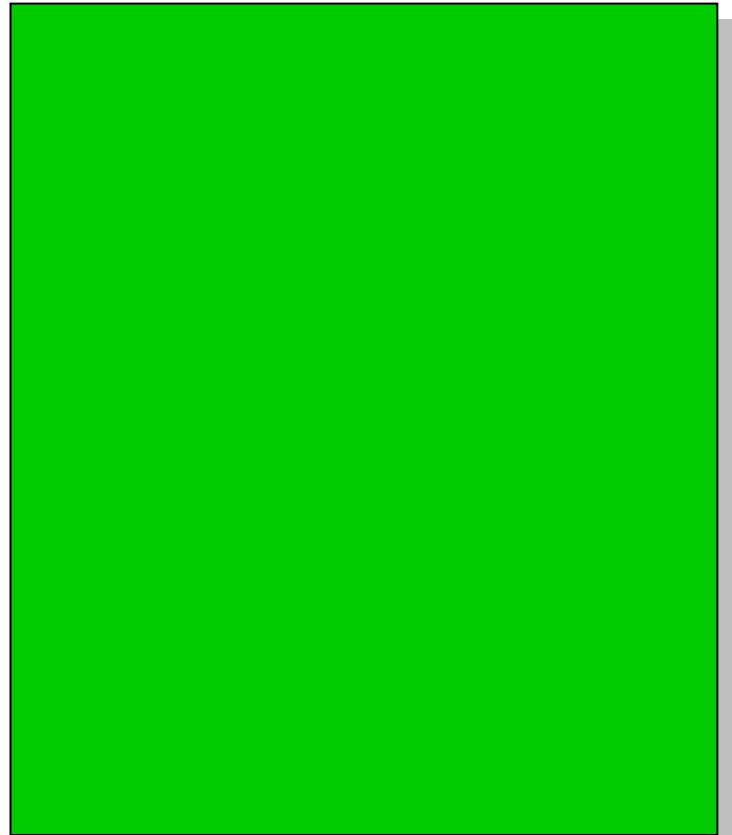
\*\* Display 2002' 10월 호

## Process Index

	Semiconductor*		a-Si TFT**		LTPS TFT (EL)	
	Spec.	Process	Spec.	Process	Spec.	Process
1. Particle Size & number	40 nm 0.15 $\mu\text{m}$ 80 nm선폭	SC1 Sonic Tool Brush	> 1 $\mu\text{m}$ 0.04ea/cm <sup>2</sup>	Detergent Brush Sonic Tool Spray Tool	> 1 $\mu\text{m}$ 0.015ea/cm <sup>2</sup> <i>Sub <math>\mu\text{m}</math> !</i>	Detergent Brush Sonic Tool Spray Tool
2. Metal Conc.	< 5E+9 atoms/cm <sup>2</sup>	SC2	- ~ 1E+13	-	- ~ 1E+11	Ozonized Water
3. Carbon (Organics)	1.3E+13 atoms/cm <sup>2</sup>	SC1 SPM EUV/O3	C/A < 10도	UV/EUV	C/A < 10도	UV/EUV Ozonized Water
4. Oxide	完全除去	BOE DHF	-	-	完全除去	DHF

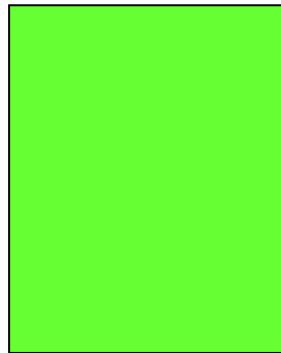
# Device 별 세정 비교 3/3

Gen. 7  
1870\*2200

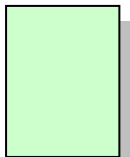


LTPS \_ MAX

Gen. 4  
730\*920



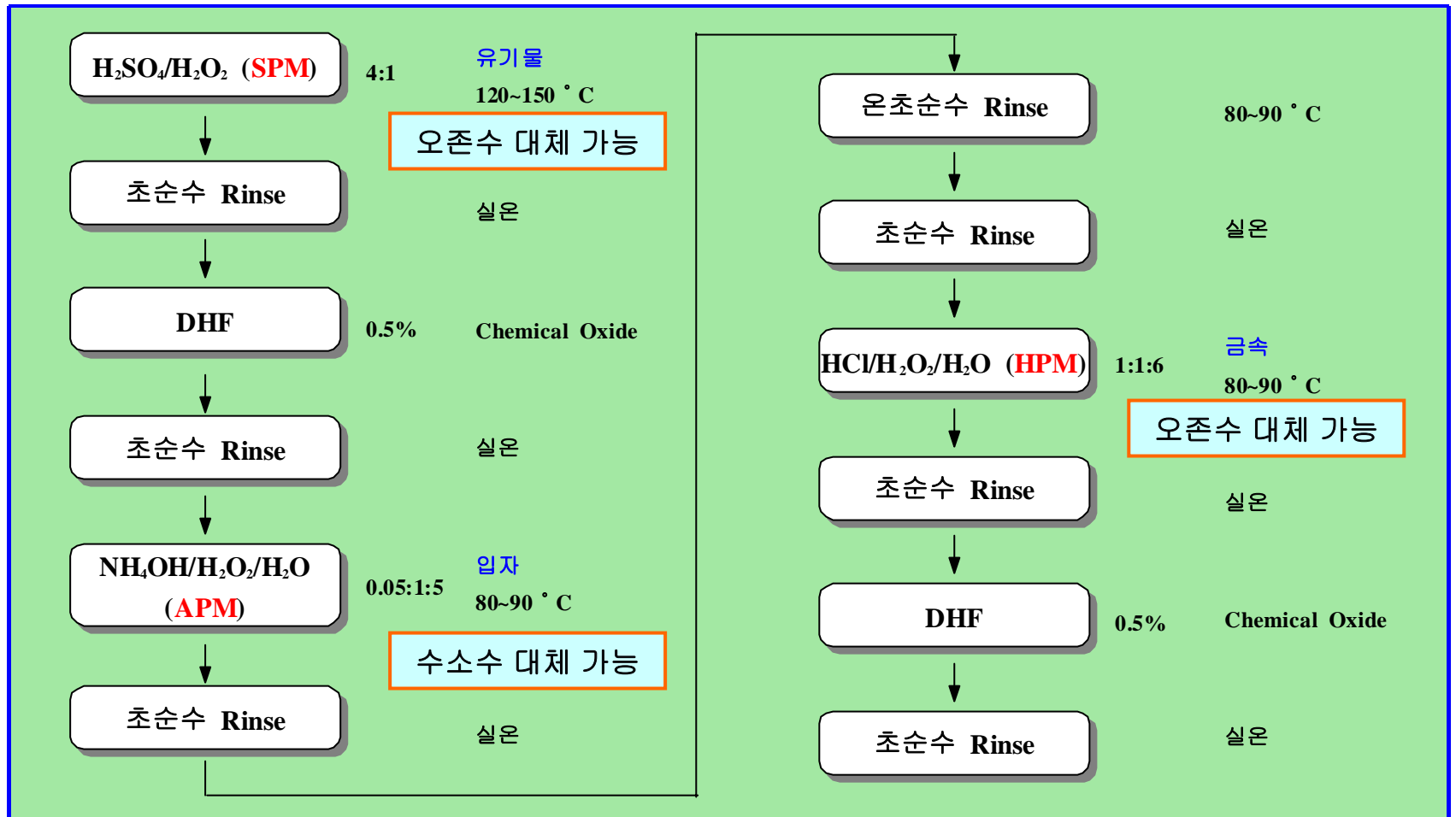
Gen. 1  
300\*400



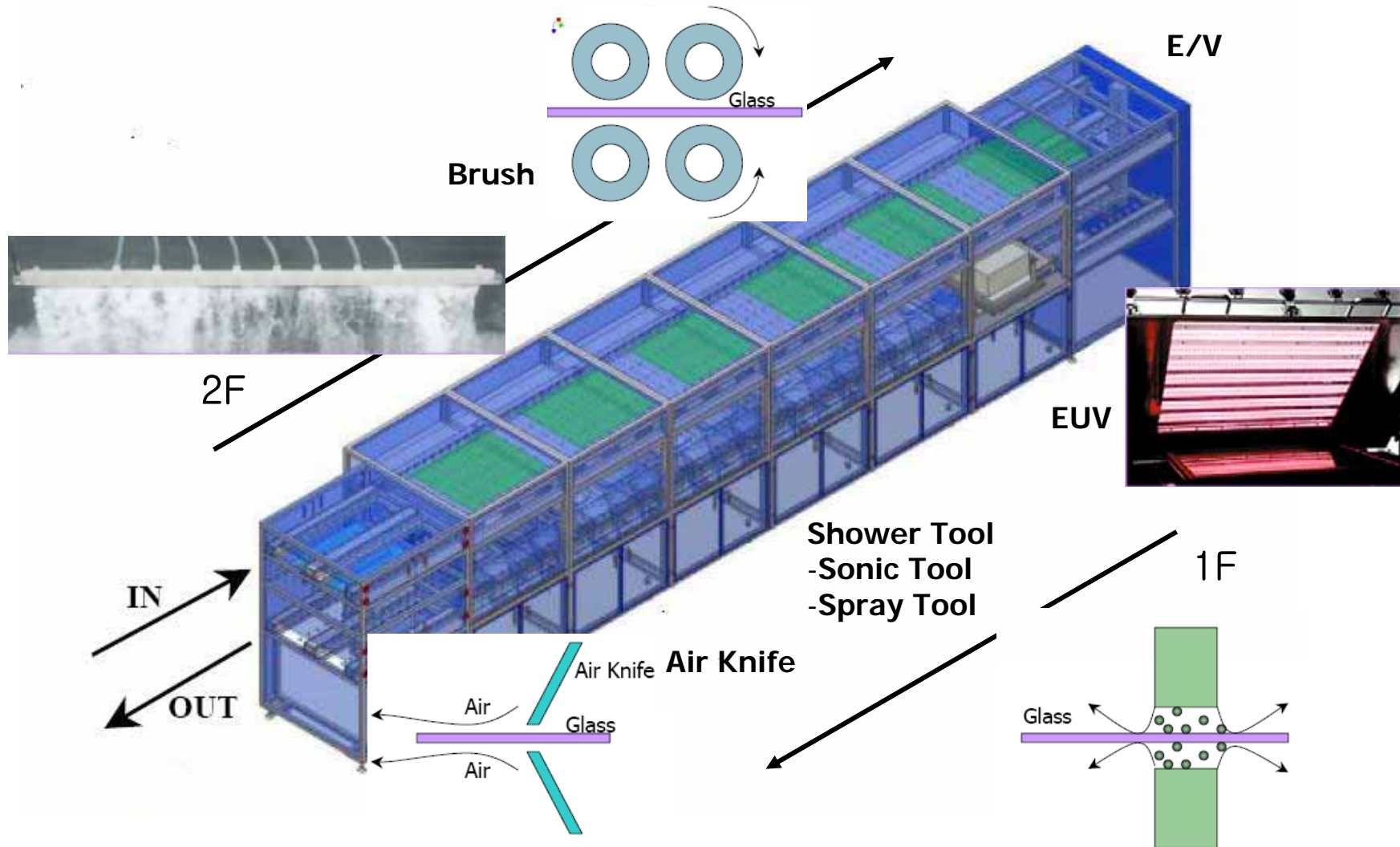
12' W'f  
300 mm



# Semiconductor 세정 예시



# FPD 세정 예시



# 유기물 세정

## 유기물?

- 홀원소물질인 탄소, 산화탄소, 금속의 탄산염, 시안화물·탄화물 등을 제외한 탄소 화합물의 총칭.

## 사용 가능한 Tool

- UV/EUV, Ozonized Water, Atmosphere Plasma, Detergent, Sulfuric Acid Mixture...



Contact Angle(Water : 115°)



Circle(Hydrophobic area)



IAE Logo(Hydrophobic)

# 유기물 세정 \_ UV/EUV 1/4

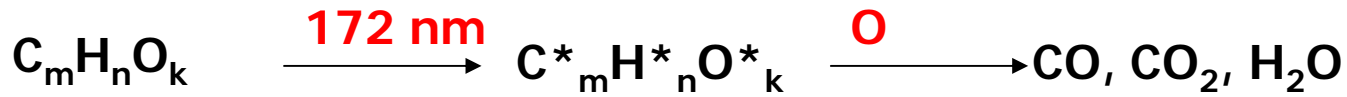
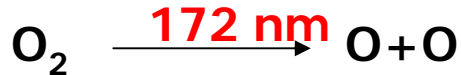
EUV Lamps



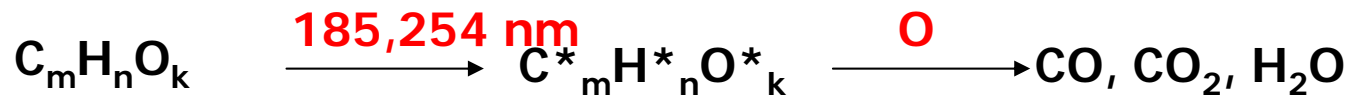


# 유기물 세정 \_ UV/EUV 2/4

## *Excimer UV Cleaning*



## Low Pressure UV Cleaning



# 유기물 세정 \_ UV/EUV 3/4

## UV Energy & Bonding Energy

Gas	Energy (nm, KJ/Mole)
F <sub>2</sub>	154, 778
Xe	<i>172, 695</i>
ArF	193, 619
KrF	248, 485

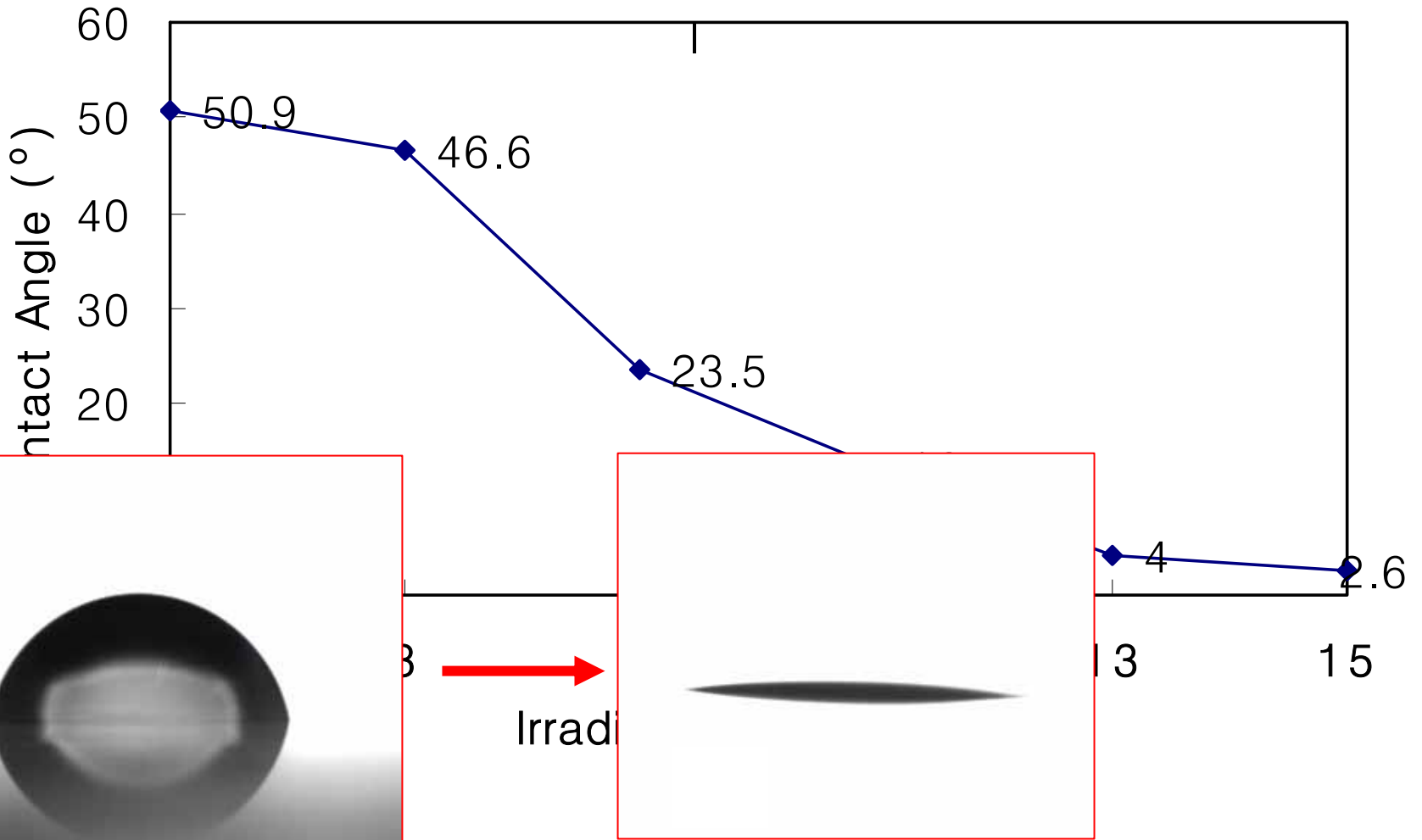
Bond	Energy (KJ/Mole)
C-C	347.7
C=C	607.0
C-H	413.4
C-O	351.5
O-O	138.9
O=O	490.4
O-H	462.8
Si-O	369.0

## Hg lamp (Mercury)

Wave Length	Energy
365 nm	327.7
253.7 nm	471.5
184.9	647

# 유기물 세정 \_ UV/EUV 4/4

## Ex) Cleaning Effect of UV (172nm)



# 유기물 세정 \_ Ozonized Water 1/3

## 오존수?

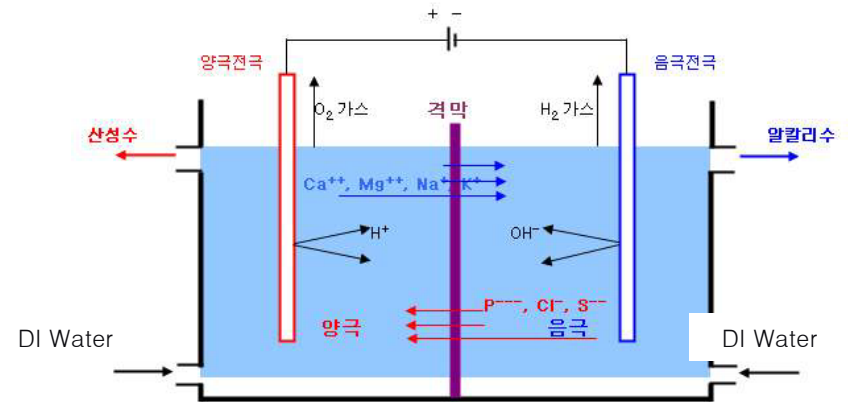
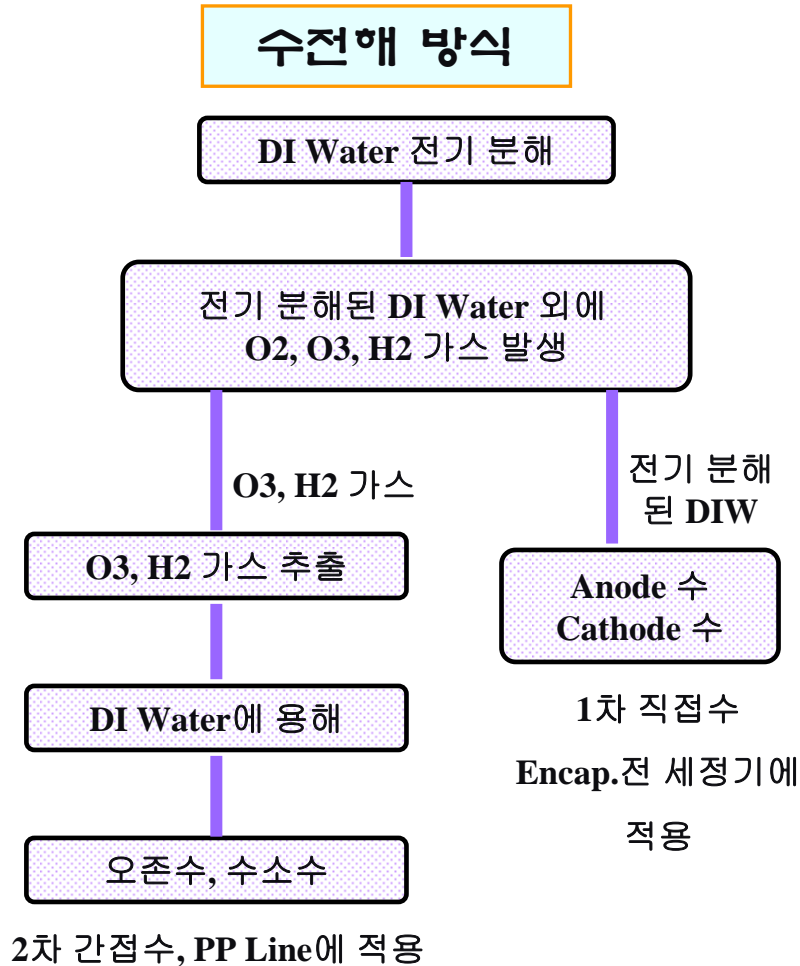
- 초순수 (Ultra Pure Water) 내에 O<sub>3</sub> (오존가스)을 강제로 용해하여 사용되는 일종의 機能水 (Functional Water)

## 세정 원리

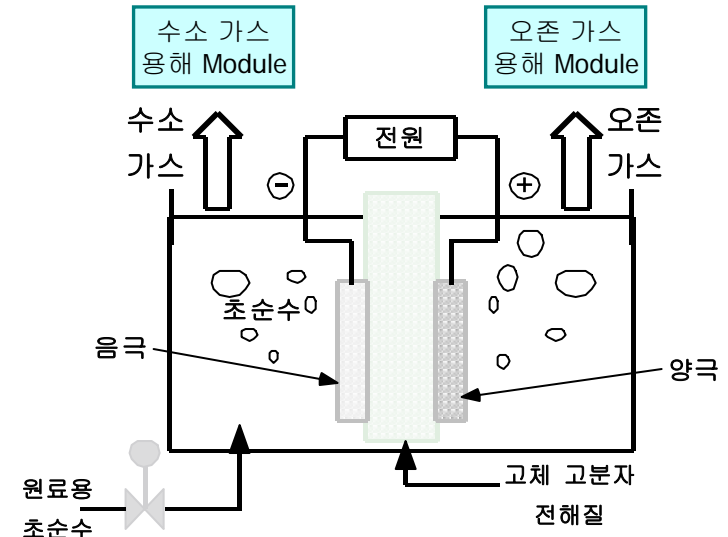
- UV/EUV의 기전과 동일하게 O<sub>3</sub>을 사용하나, 수용액 내에서 이루어져 건조 전에 공정 가능하고 접촉 반응 시간이 길다.
- 설비 내에서 주로 shower nozzle을 채택하며, SDI에서는 20 ppm이상에서 P/R 잔막 제거 효과를 기대하고 있다.

# 유기물 세정 \_ Ozonized Water 2/3

## 오존수 발생 방식 \_ 수전해



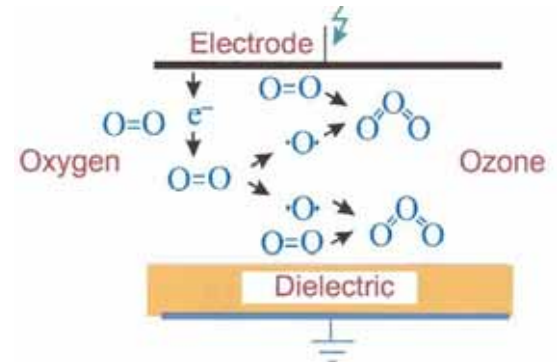
1차 직접수(2조식 방법)



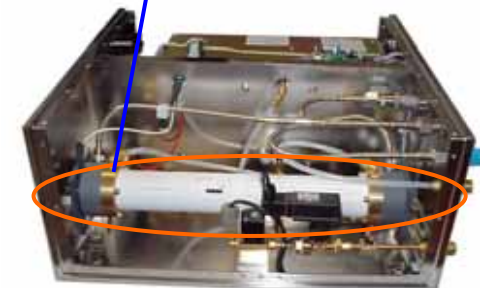
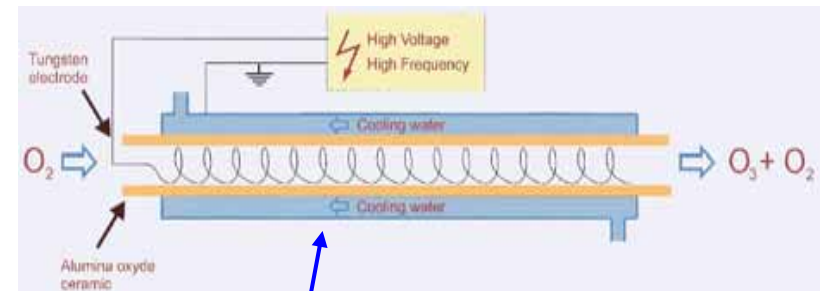
2차 간접수

# 유기물 세정 \_ Ozonized Water 3/3

## 오존수 발생 방식 \_ Plasma 방전



방전 방식 기본 원리



O3 Generator 내부 구조

### 방전 방식

O<sub>2</sub>를 Ozone Generator  
에서 분해

O<sub>2</sub> Gas 및 O<sub>3</sub> Gas 발생

O<sub>2</sub> Gas 배기

O<sub>3</sub> Gas 추출

DI Water IN

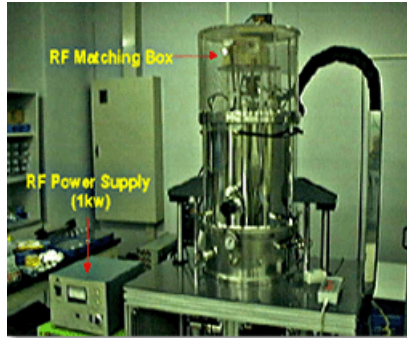
Static Mixer 에서 용해

잔류 O<sub>3</sub> Gas 배기

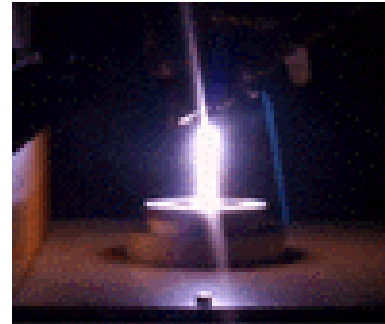
오존수

Wafer 적용(11, 12 Line)

# 유기물 세정 \_ 상압 플라즈마

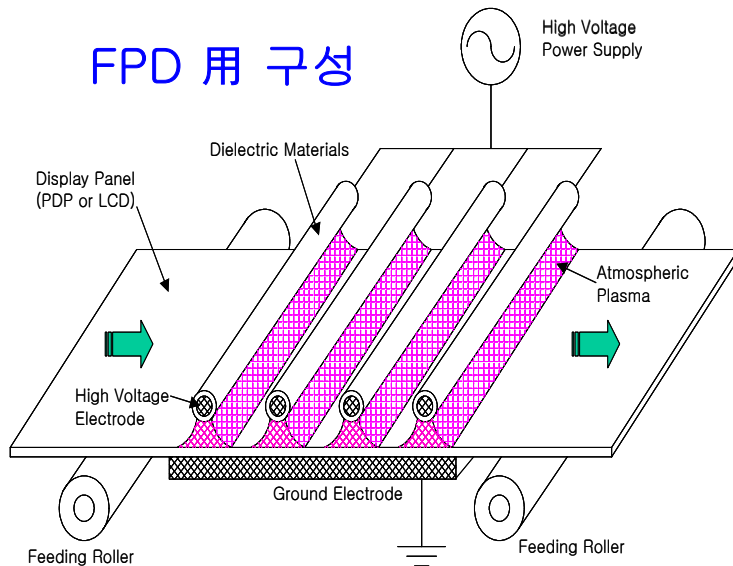


진공플라즈마  
(고가, 고온, 밀폐식)

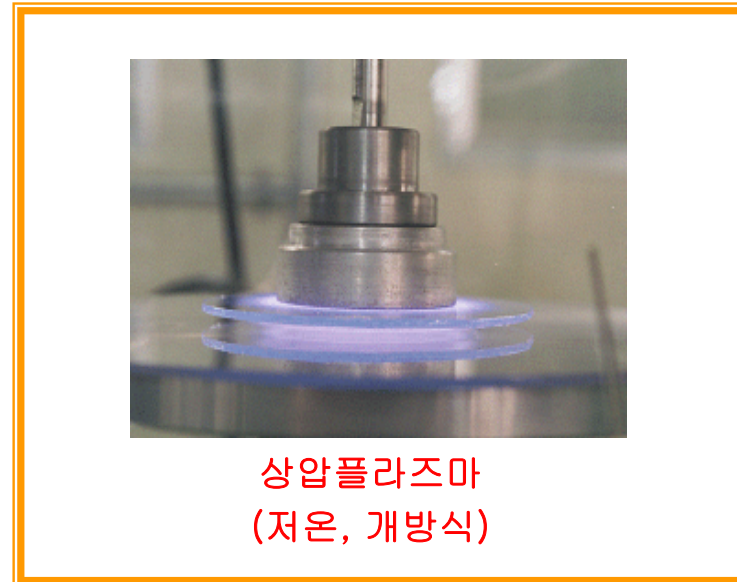


아름다운 아크 플라즈마

열플라즈마 - 아크방식  
(초고온, 고전압: 용융코팅에 사용)



FPD 用 구성



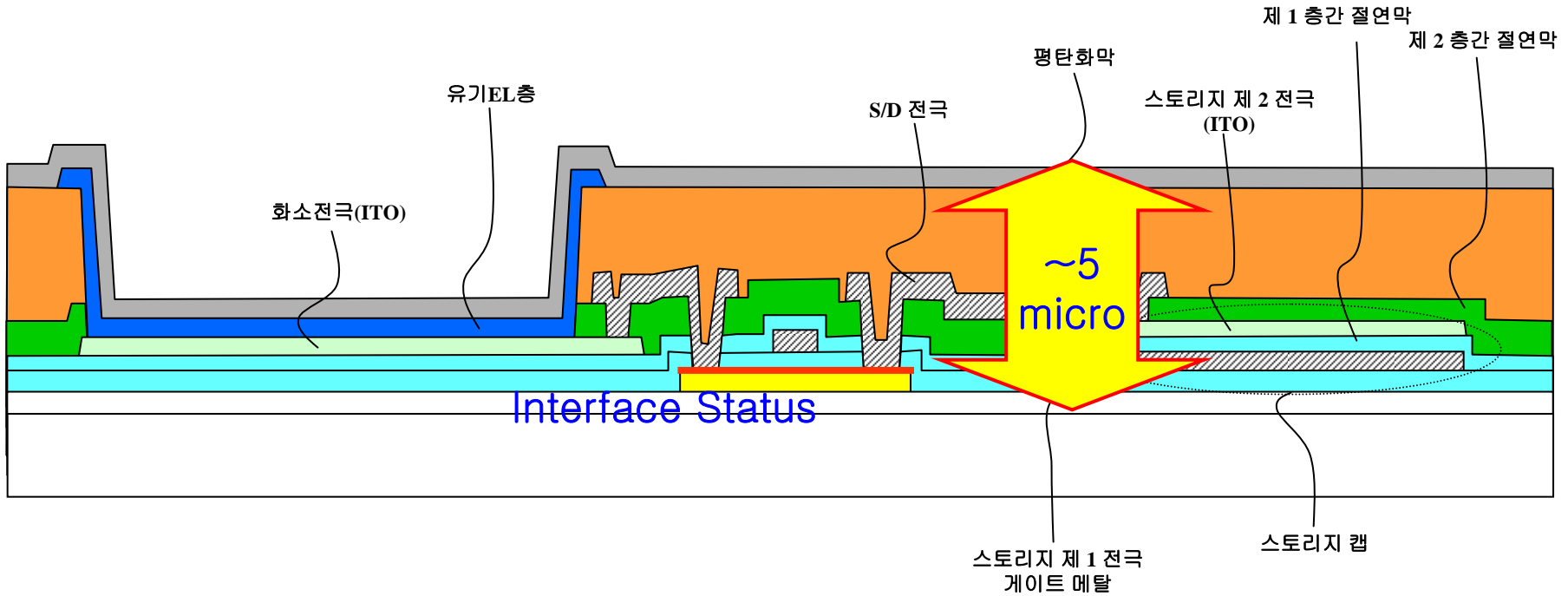
상압플라즈마  
(저온, 개방식)

# 유기물 세정 \_ 세정기구 비교

상대비교	세정기구		Ozonated Water	Chemical Agent	Plasma	
	UV (抵壓)	EUJ			Vacuum Plasma	Atmosph. Plasma
1. 세정 방식	Dry		Wet	Wet	Dry	
2. 세정 능력	○	⊙	⊙	○	⊙	○ (추정)
3. 공정 편이성/기술 성숙도	⊙	⊙	○	⊙	△	△
4. 발생 폐기물 처리 편이성	⊙	⊙	⊙	△	○	⊙
5. FPD Size 확장성	△ (4G 이하 범용)	○ (5 G 이하 범용 6, 7 G 개발중)	⊙	△	△ 세정용 FPD 설비 없음	⊙ 6세대 이후 개발 중
6. 설치 space/생산성	△	⊙	○	△	△	⊙
7. 초기 투자 비용	⊙	○	○	○	△	○ (추정)
8. 운용 비용	⊙	△	○	△	△	⊙ (추정)
9. Comment	성숙되고 안정된 기술이나, 최근 대형 glass 대응 혹은 짧은 TAT 대응에 한계를 가짐. 고출력 EUJ의 경우는 1000hr 정도의 수명 때문에 lamp 교환비용이 많이 드는 것이 부담이 됨.		유기잔막에 대한 뛰어난 세정력과 Wet 방식임에도 폐기물이 없다는 점, 금속 오염 관리가 가능한 점이 부각되나, 금속 기판에 적용하기 어려운 한계가 있음.	유기물과 particle 제거의 전통적 방법이나 재오염이나 공정실 구성의 한계, 금속오염 등의 문제로 최근엔 사용 빈도가 낮음.	반도체에서 주로 쓰이고 Dry Etch 전후에 일부 사용되나 세정목적으로 FPD 공정에 사용되는 일은 거의 없음.	세정 능력 및 비용면이 전혀 검증되지 않았으나 6세대 이상의 공정기판에서 EUJ의 대체품으로 일본과 한국에서 개발이 활기를 띠.



# Particle 세정 \_ 타당성



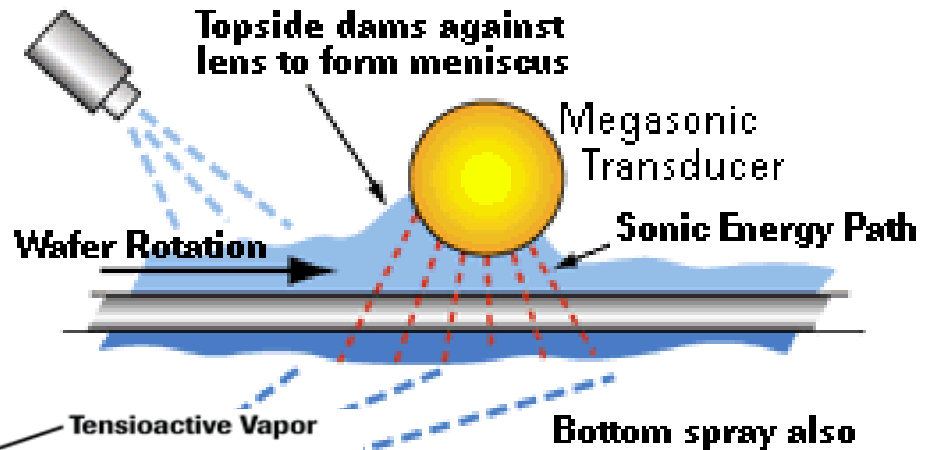
- . Pattern 불량/소실
- . TFT 특성 이상
- . 신뢰성 이상
- . 소자 동작 불량
- . .....

# Particle 세정 \_ Wet Tools

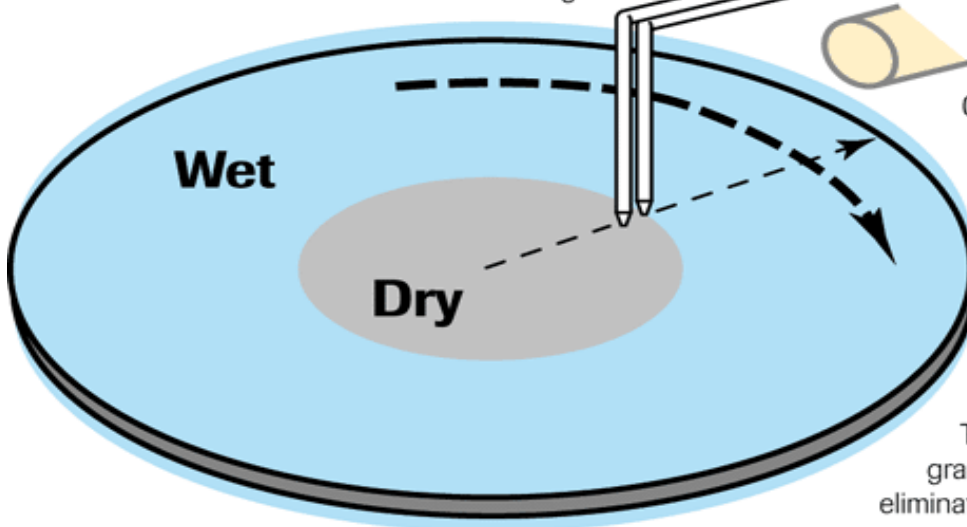
Particle은 목적하는 Device에 따라 Size 가 결정되고 이에 따라 무수히 많은 세정 tool이 선택/사용된다.

- Brush
- Sonics (Megasonic, Ultrasonic.)
- Cavitations.
- High Pressure Shower,
- Over Critical, CO2 Iced,.....

Independent Top Spray  
(Chem A, B, or Rinse)



Dryer nozzles sweep from the wafer's center to the edge.



Tensioactive Vapor  
Liquid

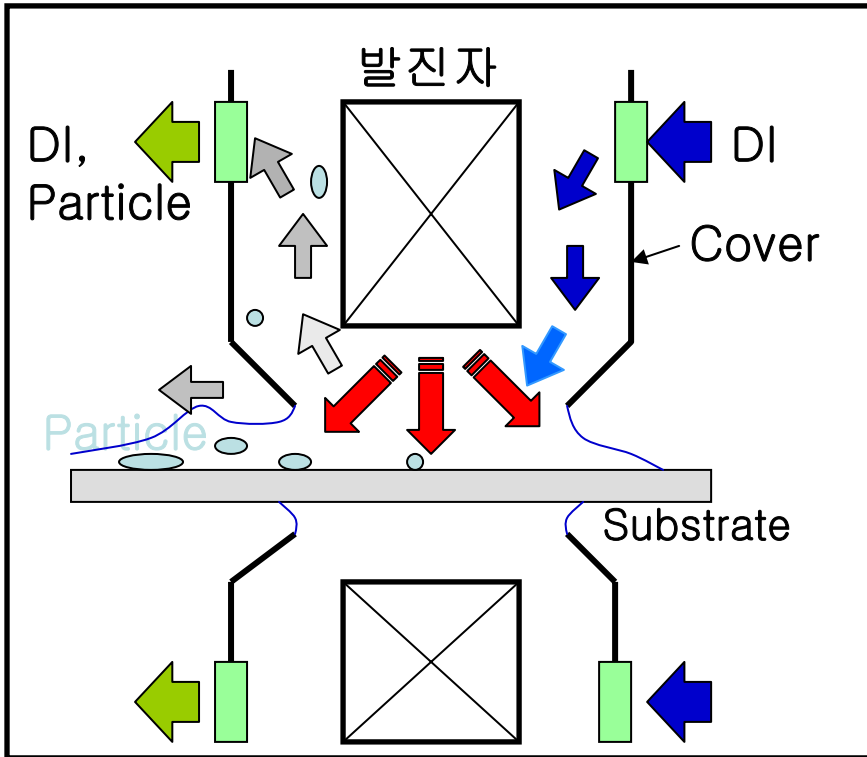
Goldfinger Transducer  
Retracts for drying

n Spray  
e)

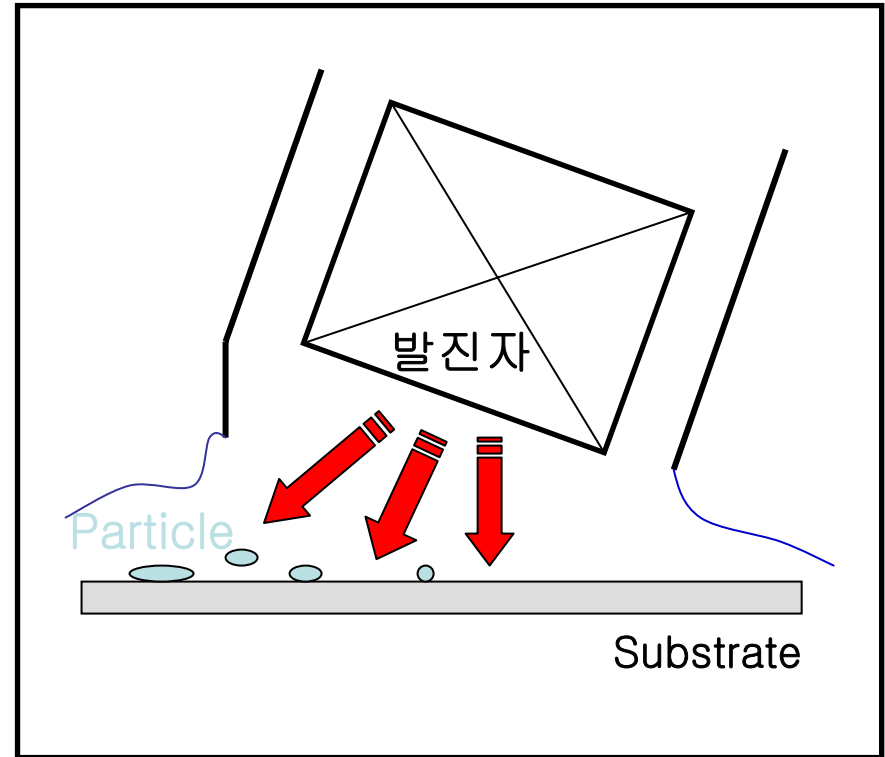
The Sahara™ dry provides a uniform and controlled method for removal of final rinse water. The surface tension gradient effect virtually eliminates rinse residue.

# Particle 세정 \_ Ex) Sonics

## Ultra Sonic Cleaning



## Mega Sonic Cleaning

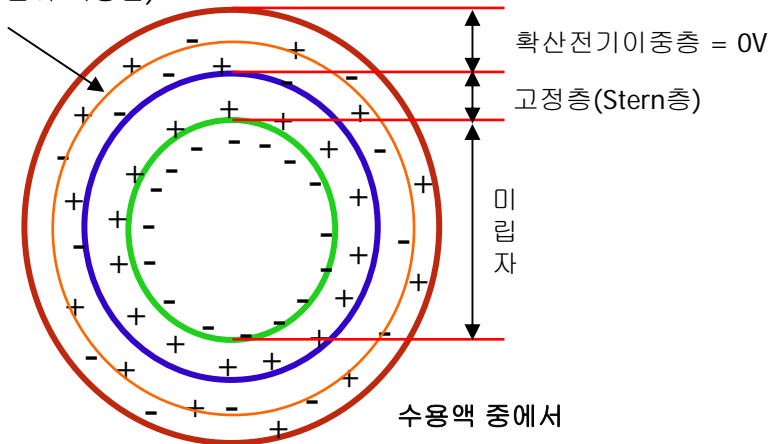


# Particle 세정 \_ 제타 전위( $\xi$ )

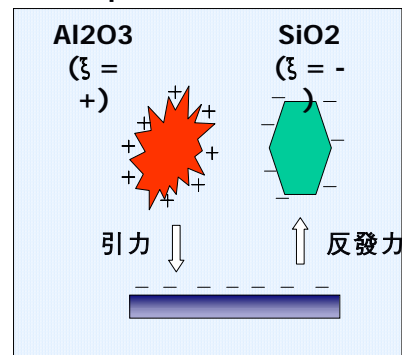
- 고정층(Stern층) : 입자의 표면이 전기를 띠게 되면 반대 전기를 가진 이온들이 입자 표면에 끌려오게 된다. 이 이온들은 정전기적인 힘과 분자간힘에 의해 계속 붙어 있게 되는데 이 이온의 층을 말한다.
- 입자를 전해질 용액에 넣고 전류를 통과시키면 표면전하에 의하여 입자는 어느 한쪽 전극으로 끌려가게 되는데, 이때 입자 주위에 붙어있는 이온들도 함께 끌려간다. 이때 어느 지점에서 끌려가지 않는 면과 미끌어지는 전단면이 생기게 되는데, 이 면을 전단표면이라고 하고 이 전단표면의 전위를 **계면동전위, 제타전위** 라고 한다.

전단표면

(제타 전위 측정면)

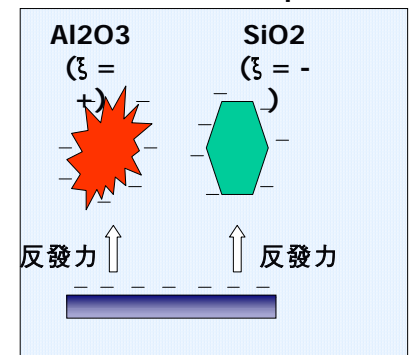


수소수 pH = 7



기판 표면(ξ = -)

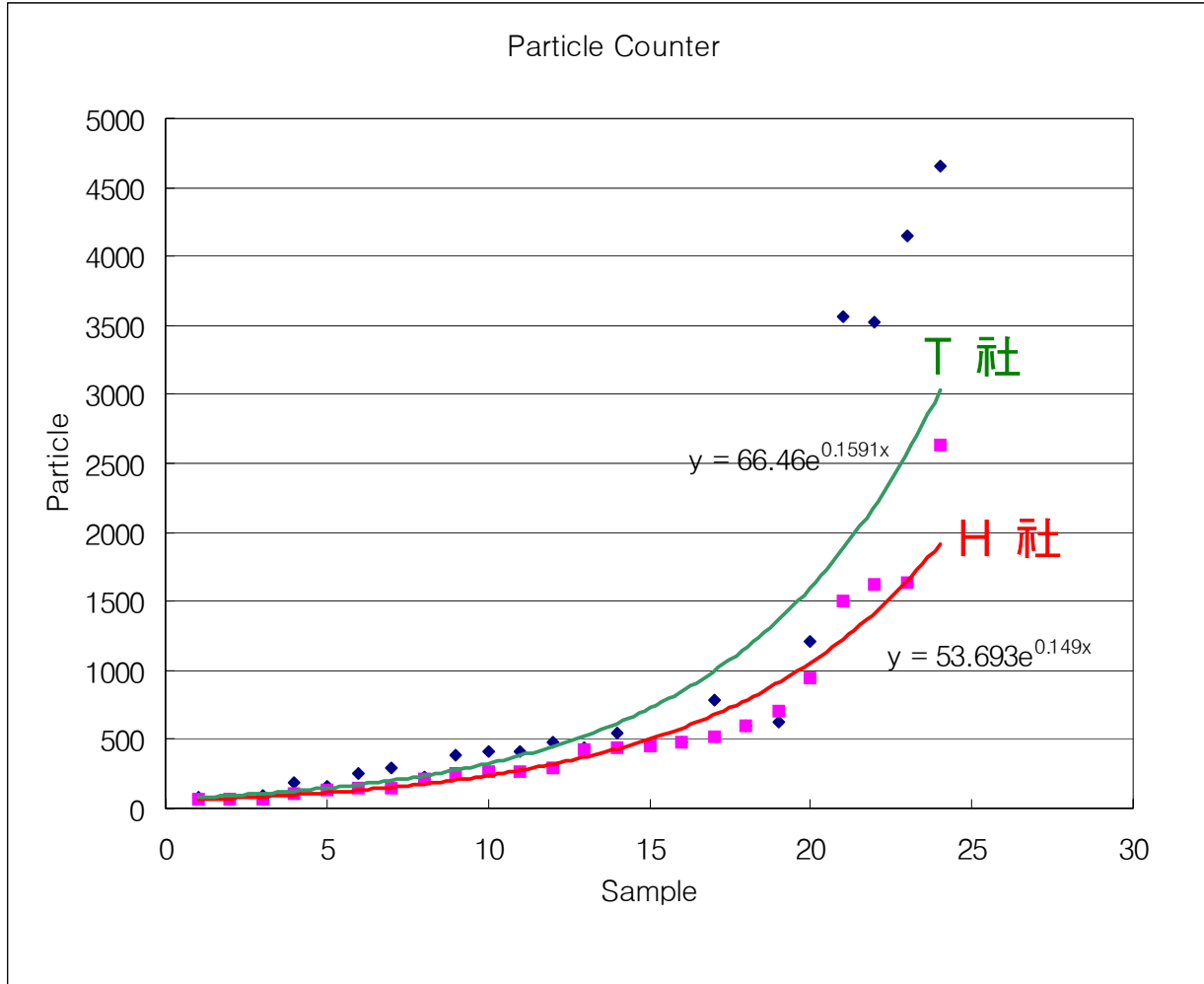
수소수 pH = 9.3



기판 표면(ξ = -)

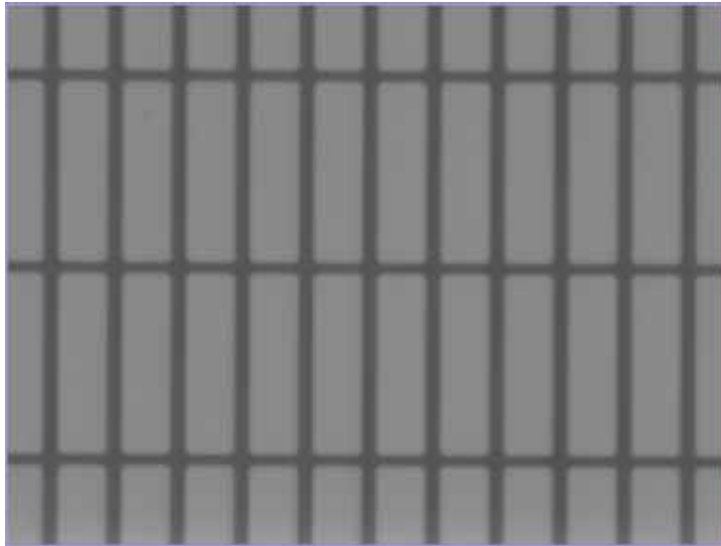
# Particle 세정 \_ 검증 (1/4)

예시)

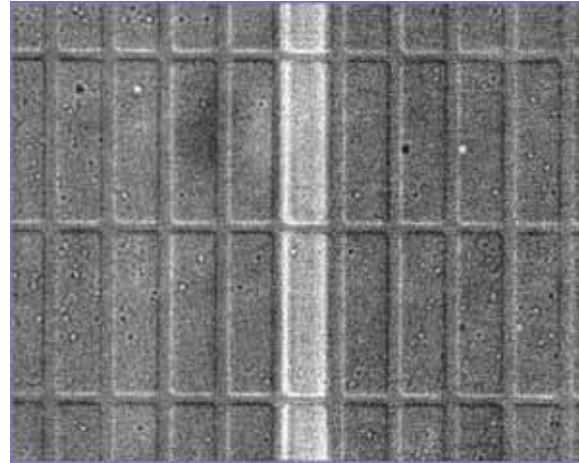


# Particle 세정 \_ 검증 (2/4)

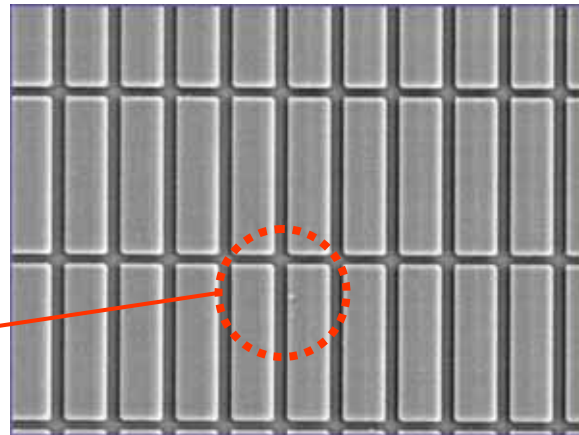
Pixel Metal



Bright field 원본 사진



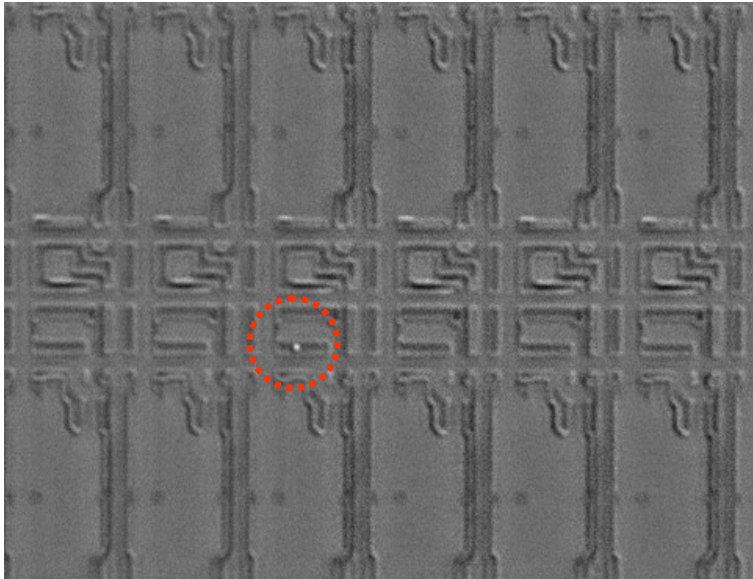
Bright field의 이미지 변환 사진



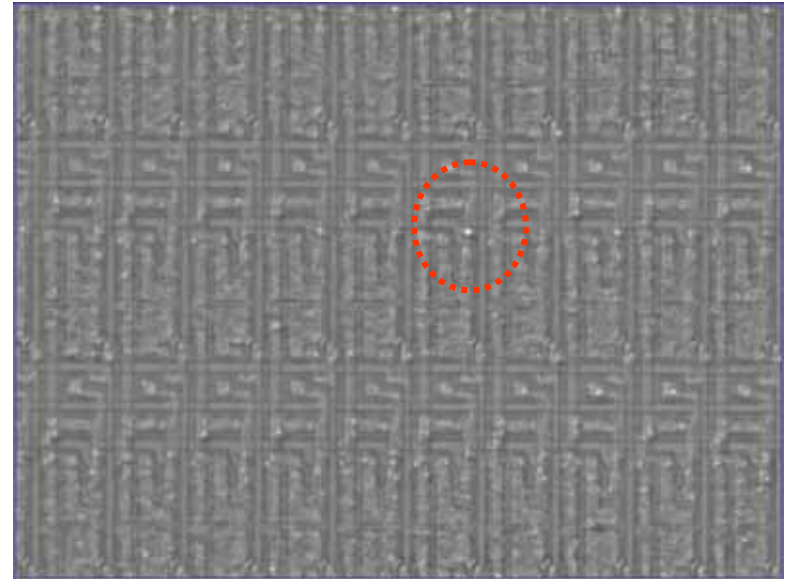
약 0.4um의 Particle

Dark/Bright field의 이미지 변환 사진

# Particle 세정 \_ 검증 (3/4)



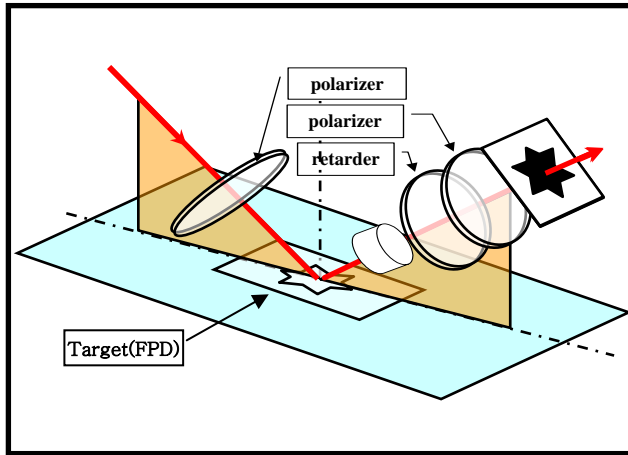
Trans/dark field 변환 사진



dark field 변환 사진

# Particle 세정 \_ 검증 (4/4)

종래 AOI



**원리** : 기판에 특정 방향(ellipsometer)으로 편광된 빛을 입사시키고 이에 반사된 빛을 다시 특정 방향으로 편광시켜 패턴부와 불량 부위의 계조차이에 의해 defect 검사

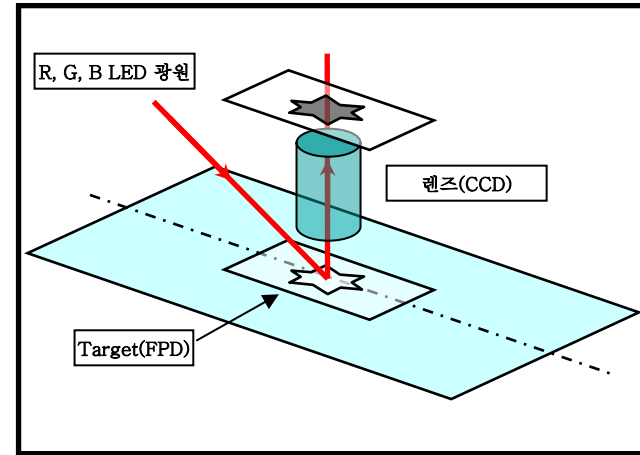
**검출능력** : 최소 1um 이상 particle 검사

**특징** : 편광필터를 이용해 광학적으로 계조 차이를 극대화하여 측정함 -> 검출된 defect의 실상 review ellipsometer 방식으로 측정함.

**장점** : 현재 FPD계에서는 충분히 검증된 설비.

**단점** : 현 광학계 및 S/W 수준으로는 sub\_micron 측정 불가능하고, 진동 관련 spec. 이 매우 까다로움.

개발 검토 AOI



**원리** : 기판에 spot 성 광원을 입사 시키고, 렌즈를 통해 촬영된 이미지를 S/W 적인 방법에 의해 패턴부와 불량 부위의 계조차이를 임의적으로 크게 변경하여 defect 검사.

**검출능력** : 1um 이하 Sub\_micron particle 측정 가능

**특징** : dark /bright field를 이용하여 defect를 측정하며, S/W를 통해 이미지 변환 과정을 거침 -> Sub\_micron particle의 실상 review 불가능.

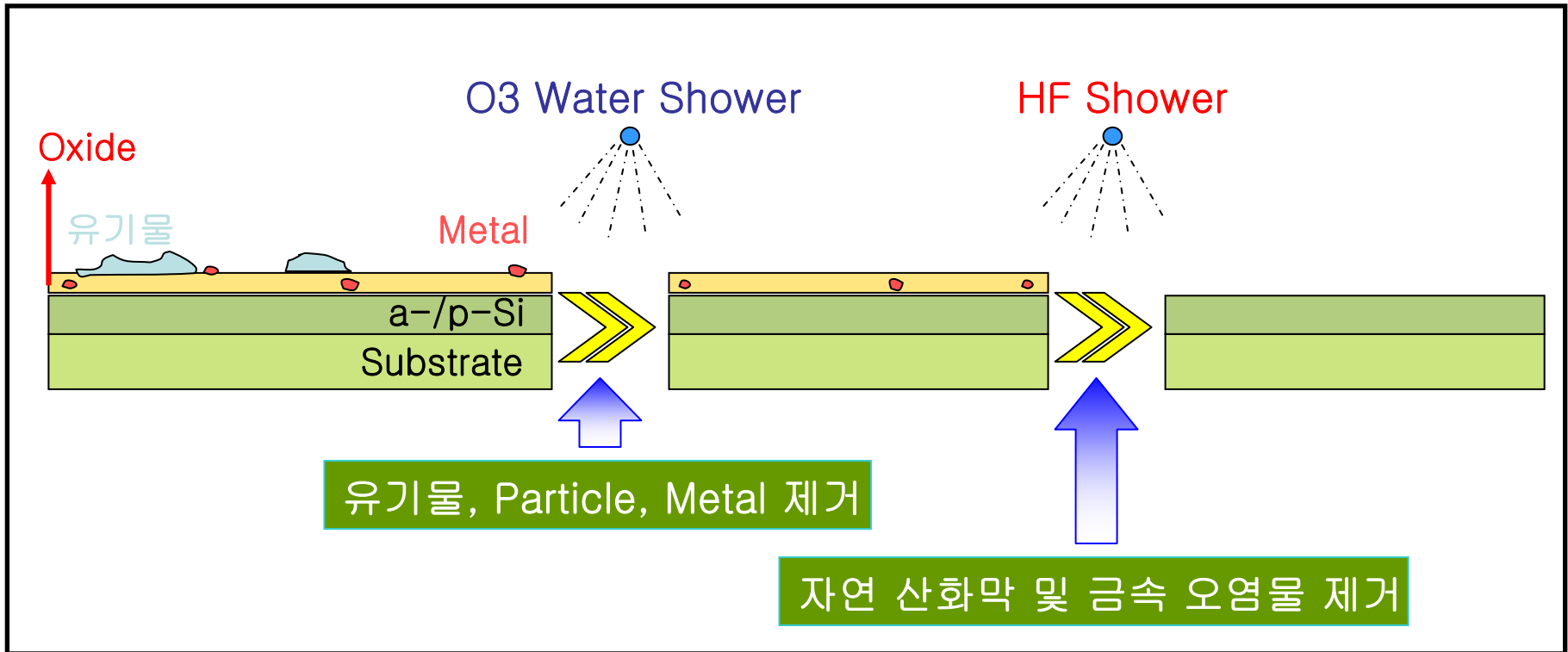
**장점** : strobe 광원(20umsec)을 사용하여 측정함으로써 진동관련하여 대응이 쉽다.

**단점** : 개발 설비로 시장에서 검증되지 않음.

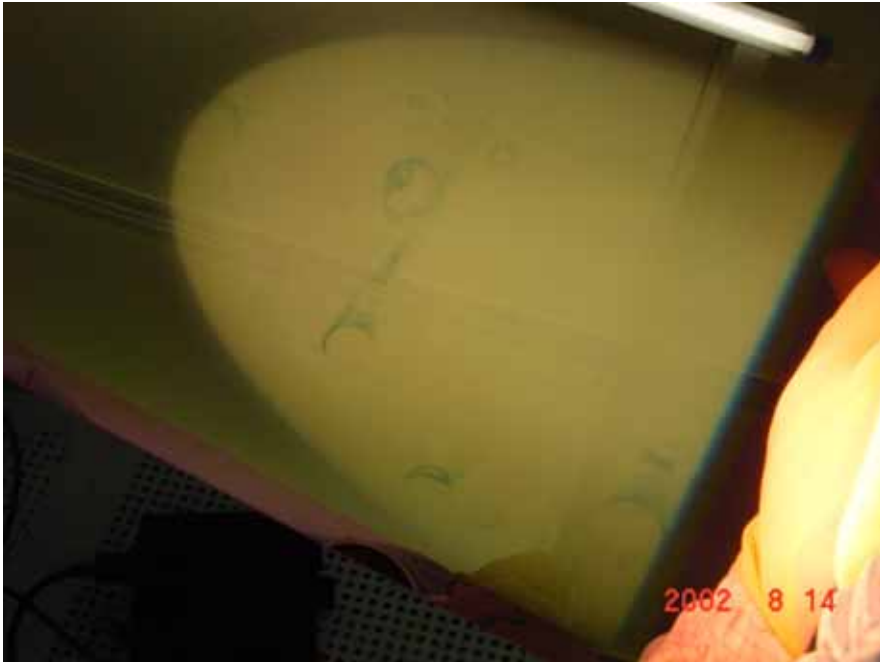


# 복합 세정 \_ O3/HF 세정

## O3 water / HF Cleaning

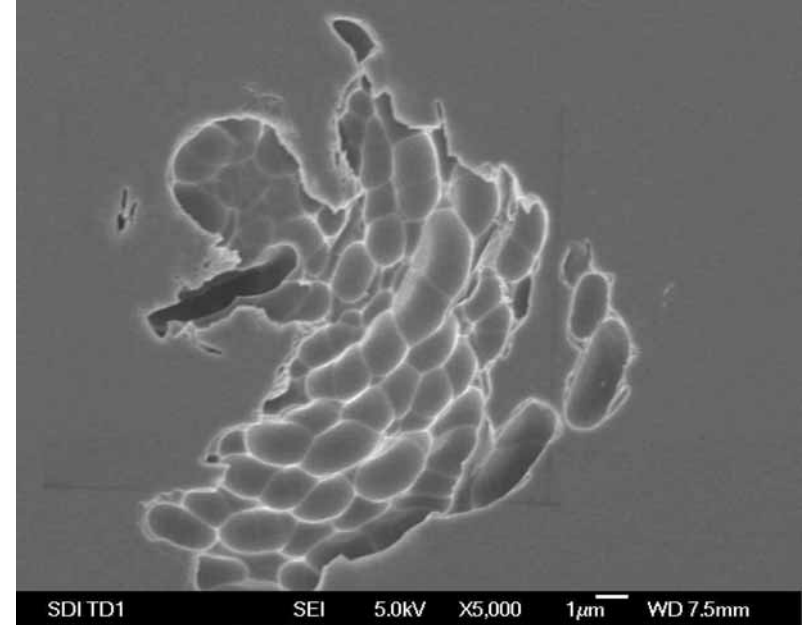


# Defects 例示 1/4



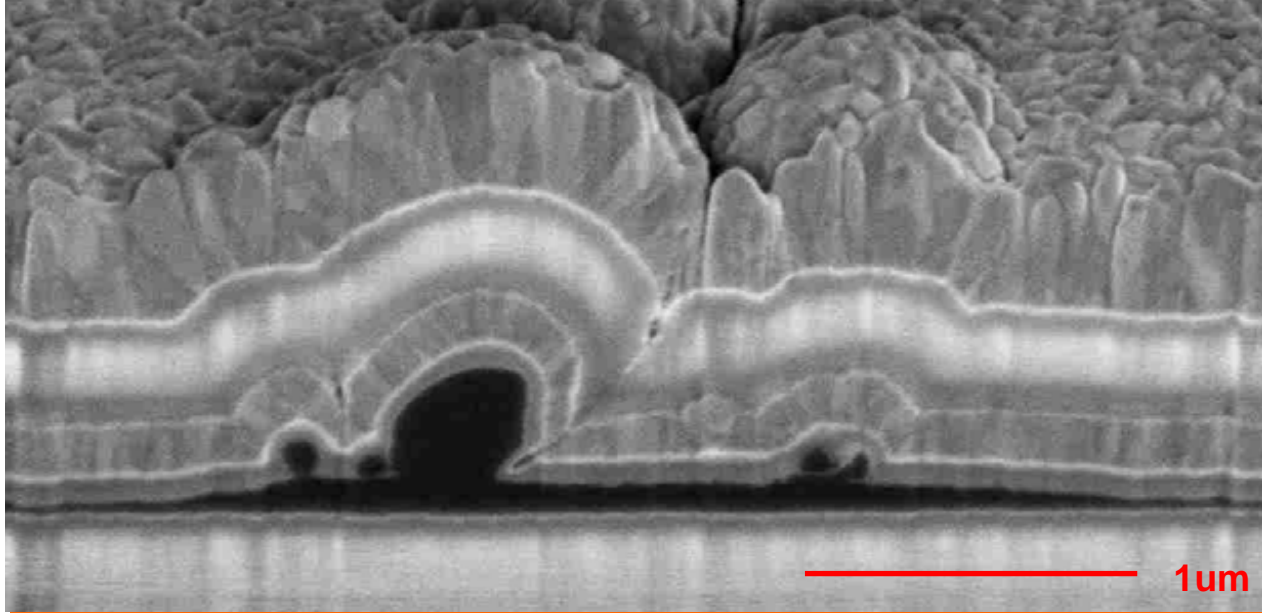
**Water Marks**

# Defects 例示 2/4



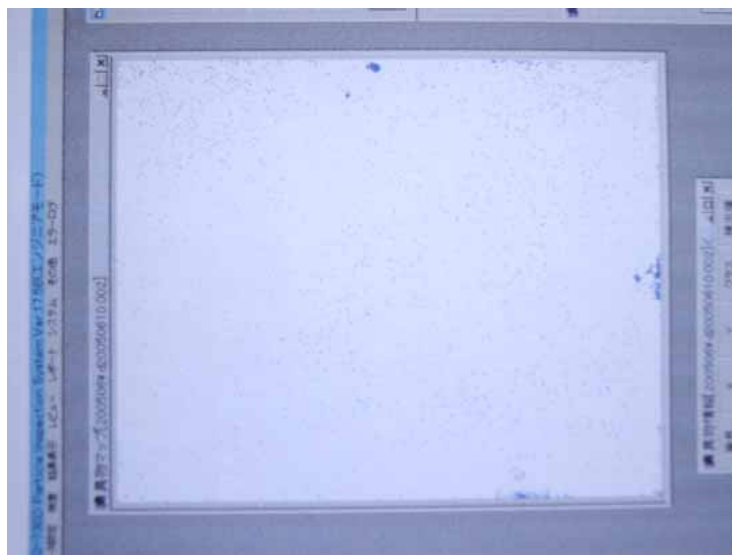
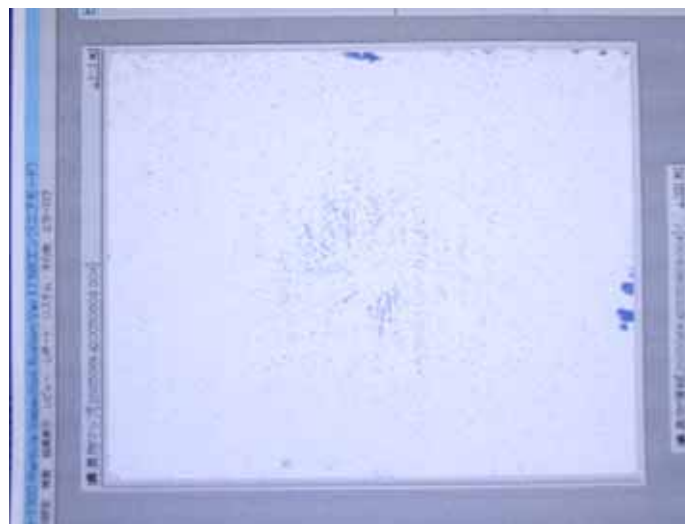
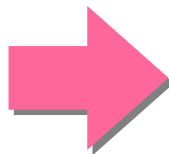
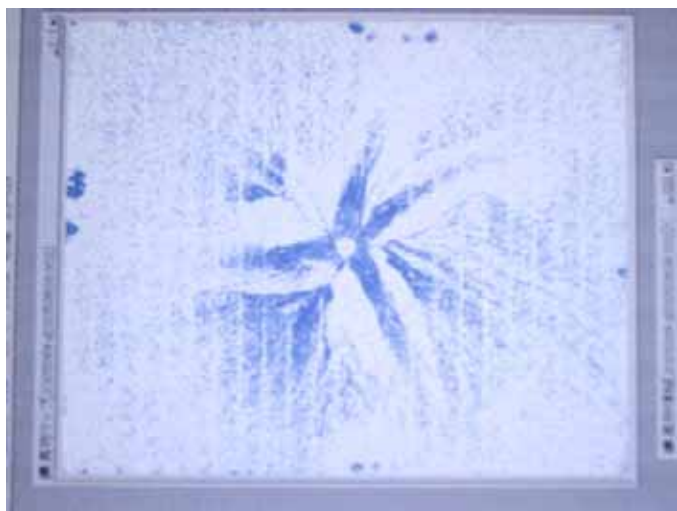
**Damage on Film**

# Defects 例示 3/4



Sub micron particle

# Defects 例示 4/4



# Issue' on process

## Issue's on Machine

1. **Cost Down**                      **Utility 量 최소화**  
**Chemical 최소화 (Functional Water 대체)**
2. **Size, Space**                      **Mother glass size 대형화에 따른 설비 size 최적화**
3. **TAT**  
**(Turn Around Time)**                      **Production Speed/Capacity와 직접적인 관련.**

## Issue's on Process

1. **Process Ability**                      **관리 particle size down에 세정 process 확보**  
; **sub-micro particle 관리 체제 不在.**  
; **市場의 SOG 요구에 따른 공정 요구 靜度 상승.**  
; **반도체 수준의 대면적 세정 process의 기준 정립 필요.**
2. **Process Speed**  
**Vs. Damage**                      **Process Speed 증가에 따른 세정 tool optimize**  
**필요. 현재 damage와 speed와 trade-off 관계**