



化學濾網在電子產業中的因應與挑戰

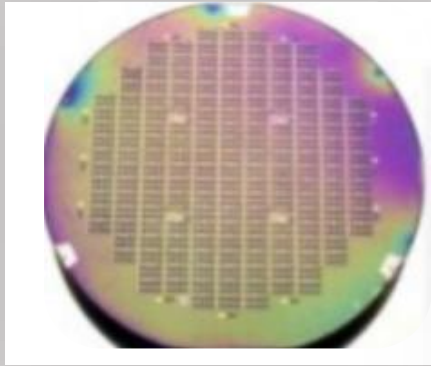
成熟製程與先進製程的解析

約柏濾材 陳世中

目錄

- 電子產業製程分析
- 半導體生產流程及AMC控制
- AMC對電子設備和工藝的危害
- AMC(氣態分子污染物) 簡介
- 過濾介質的介紹
- 過濾介質的工作原理
- 化學過濾器介紹
- 化學濾網的測試方式
- 先進製程上的化濾解決方案
- 化學濾網的未來發展及挑戰

電子產業製程分析



半导体
制造



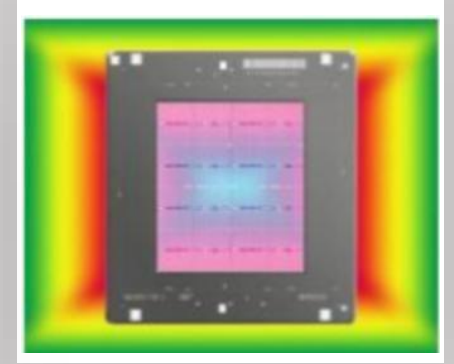
平板电视



银硬盘
的生产



机台设
备制造

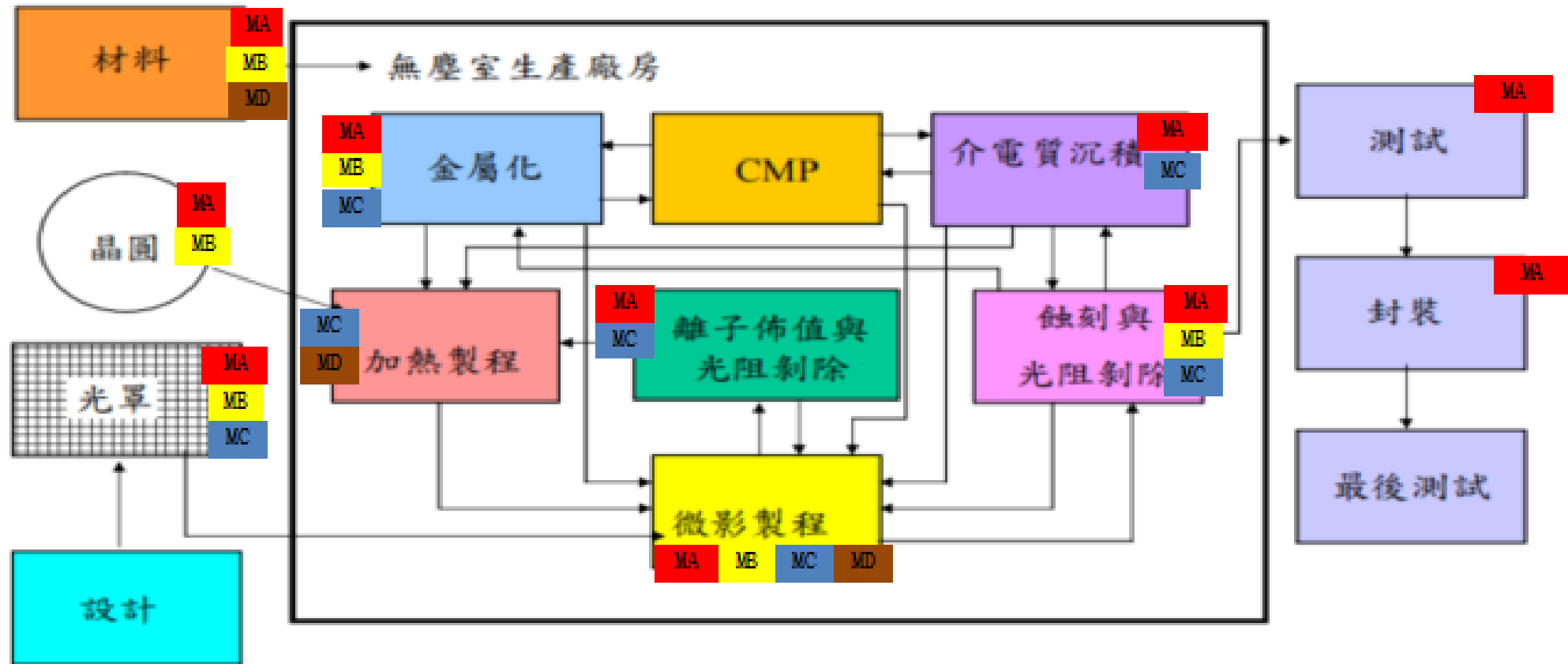


掩膜版生产
(photo mask)

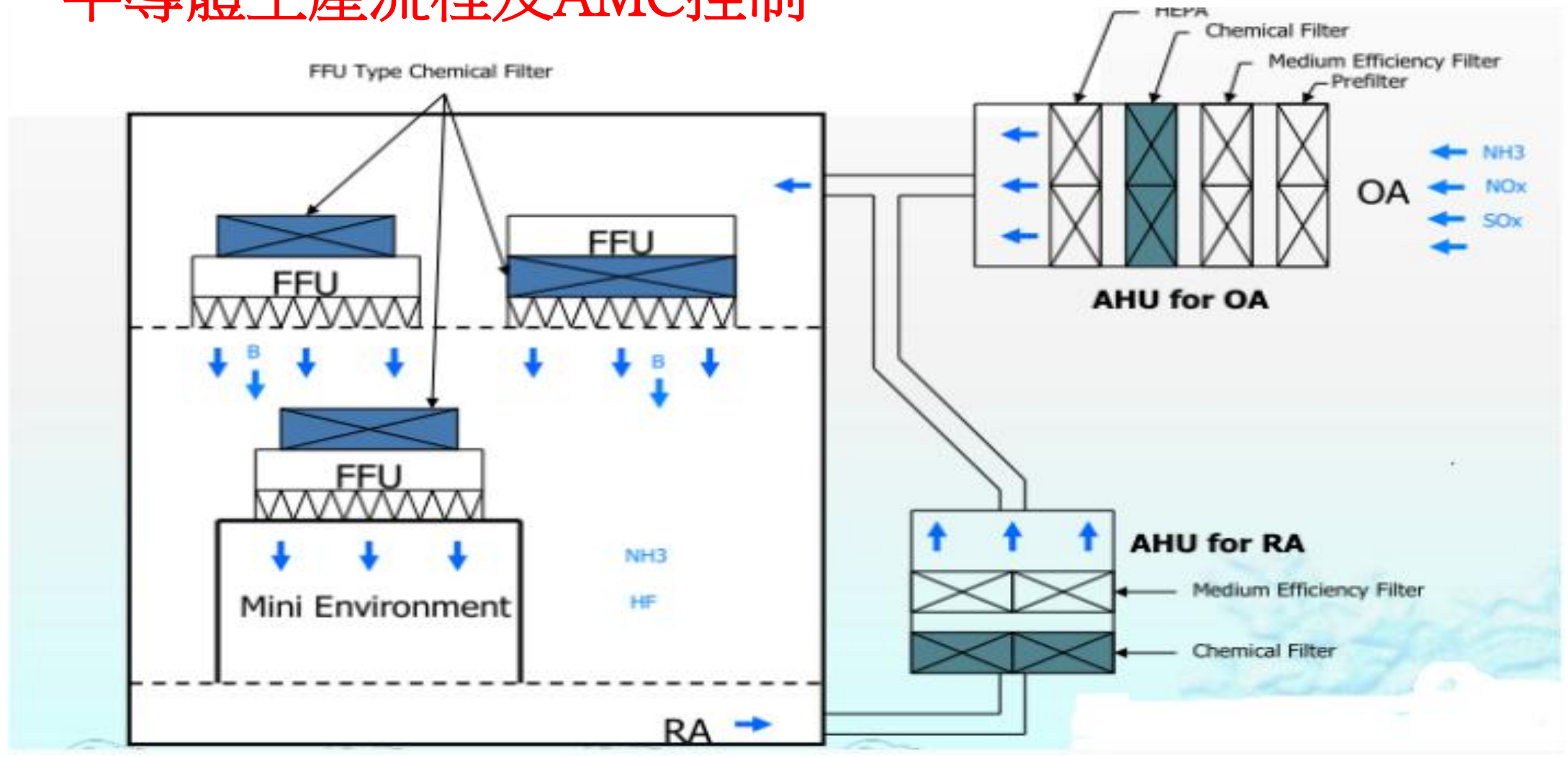


半導體生產流程及AMC控制

IC製作流程



半導體生產流程及AMC控制

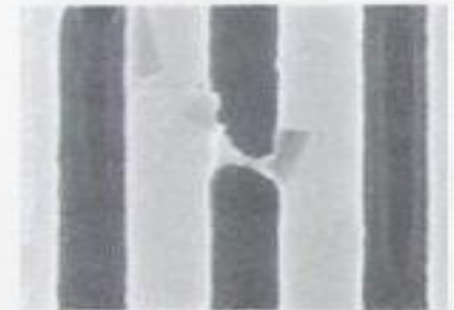
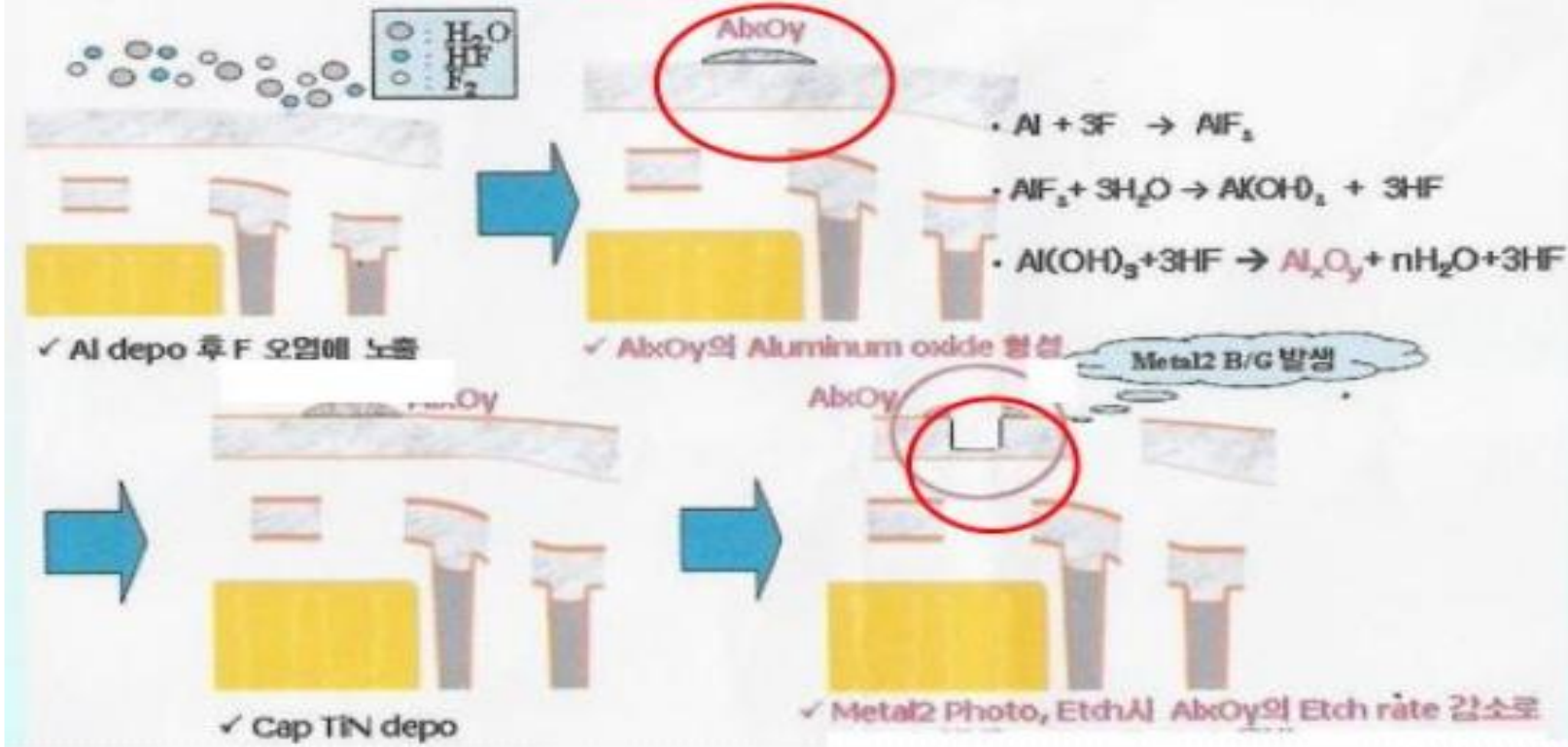


AMC對電子設備和工藝的危害

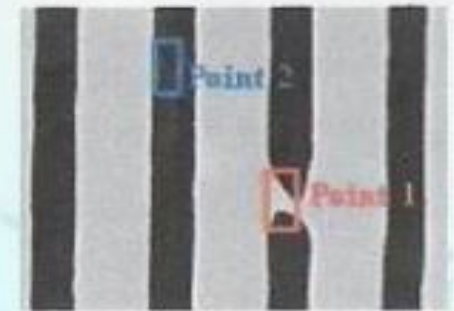
在Etch工艺部分，会发生Metal Bridge现象。

Contamination Source

- ✓ 汚染原因: Cl, F, Br etc (不良分析結果 Al_xO_y)
- ✓ 不良类型: Corrosion, Bridge

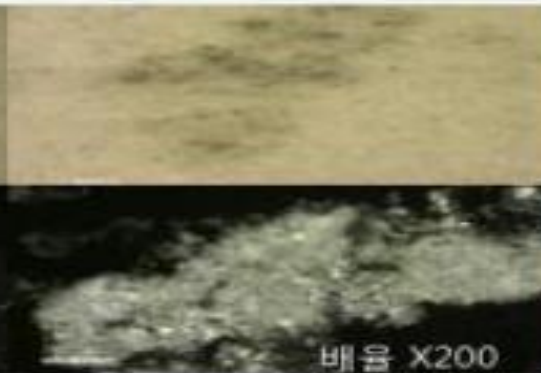
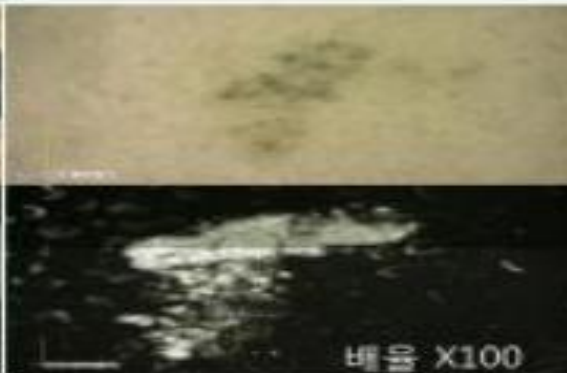
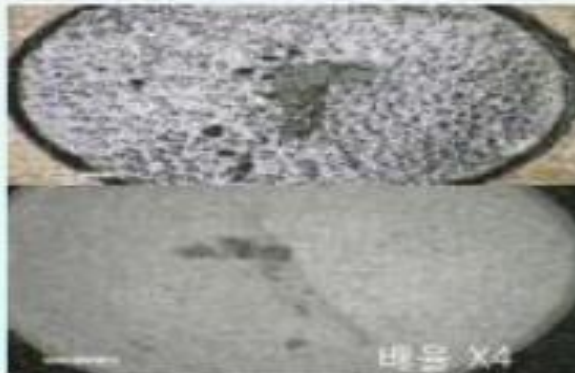
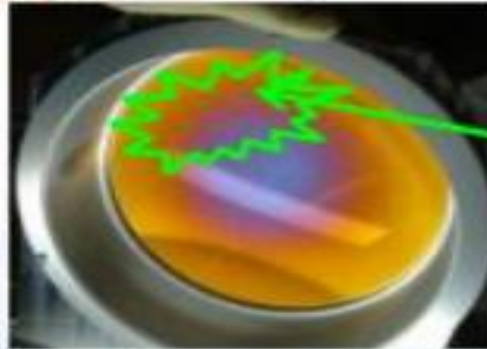
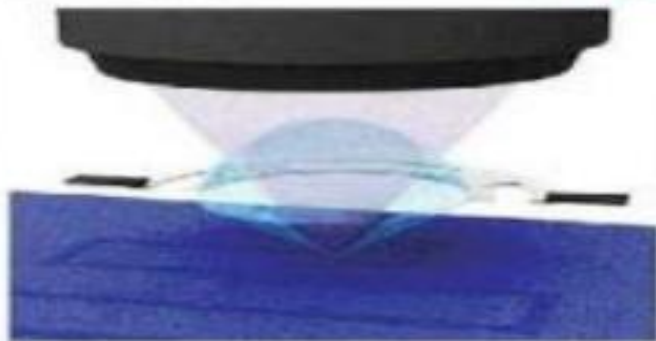
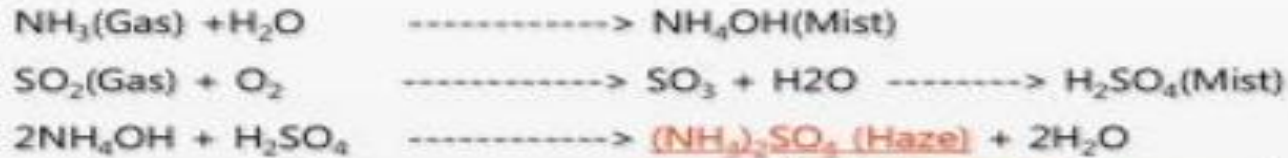


WF-AES SEM Image



AMC對電子設備和工藝的危害

NH₃与Acid (以Sox为主) 会造成Lens Haze的现象, Lens的照度下降, 以及Lamp的更换周期缩短。



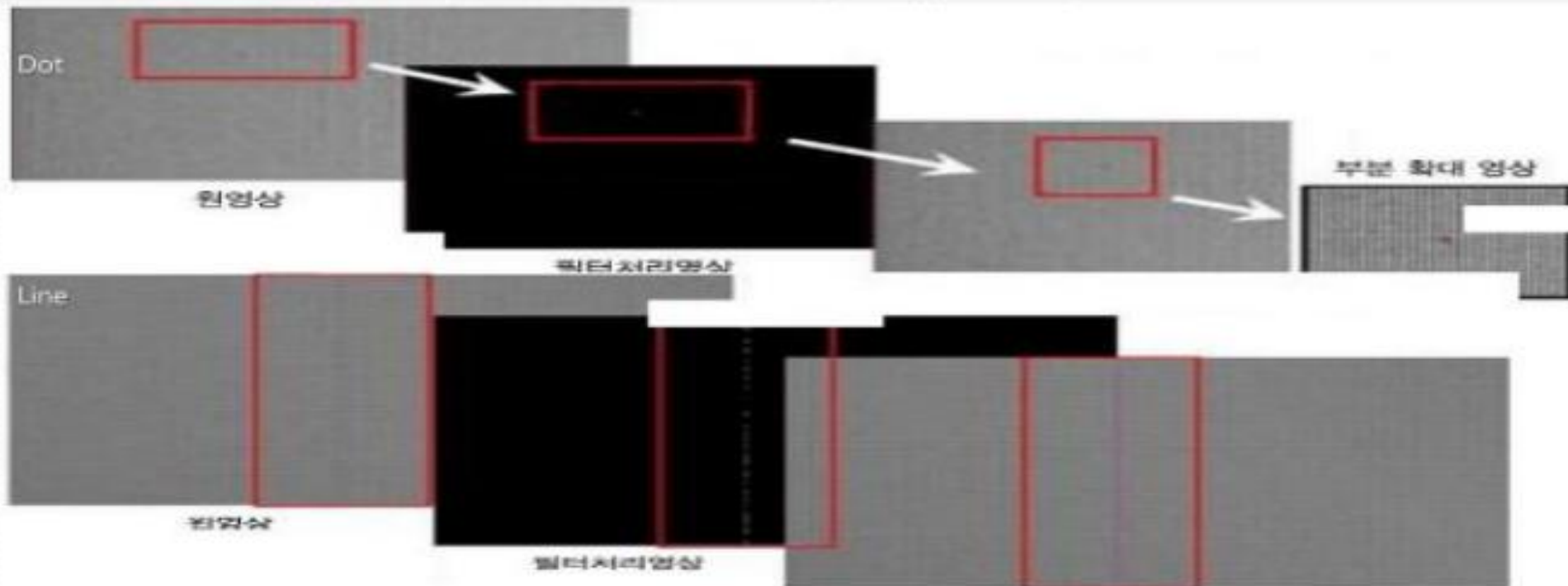
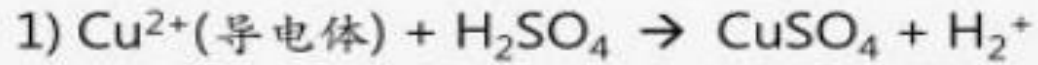
AMC對電子設備及工藝的危害

序号	LCD	OLED
	问题简析	问题简析
1	NH3与Acid (以Sox为主) 会造成Lens Haze的现象, Lens的照度下降, 以及Lamp的更换周期缩短。	NH3与Acid (以Sox为主) 会造成Lens Haze的现象, Lens的照度下降, 以及Lamp的更换周期缩短。
2	进入的Particle和Acid气体造成Stocker内部发生 Dot与Line不良问题。	进入的Particle和Acid气体会造成Stocker内部发生 Dot与Line不良问题。
3	在Etch工艺部分, 会发生 Metal Bridge 现象。	Acid+VOC会造成TFT-LPTS或者OLED ELA工艺产生 Pannel亮度不良问题。
4	Acid+VOC会造成TFT-LPTS或者OLED ELA工艺产生 Pannel亮度不良问题。	Thin film encapsulation由于水分和Acid成分的原因造成 有机物层发生酸化。
5	NH3+Acid+Organic成分会造成 Panel上出现斑点 的不良问题。	

AMC對電子設備和工藝的危害

进入的Particle和Acid气体造成Stocker内部发生Dot与Line不良问题。

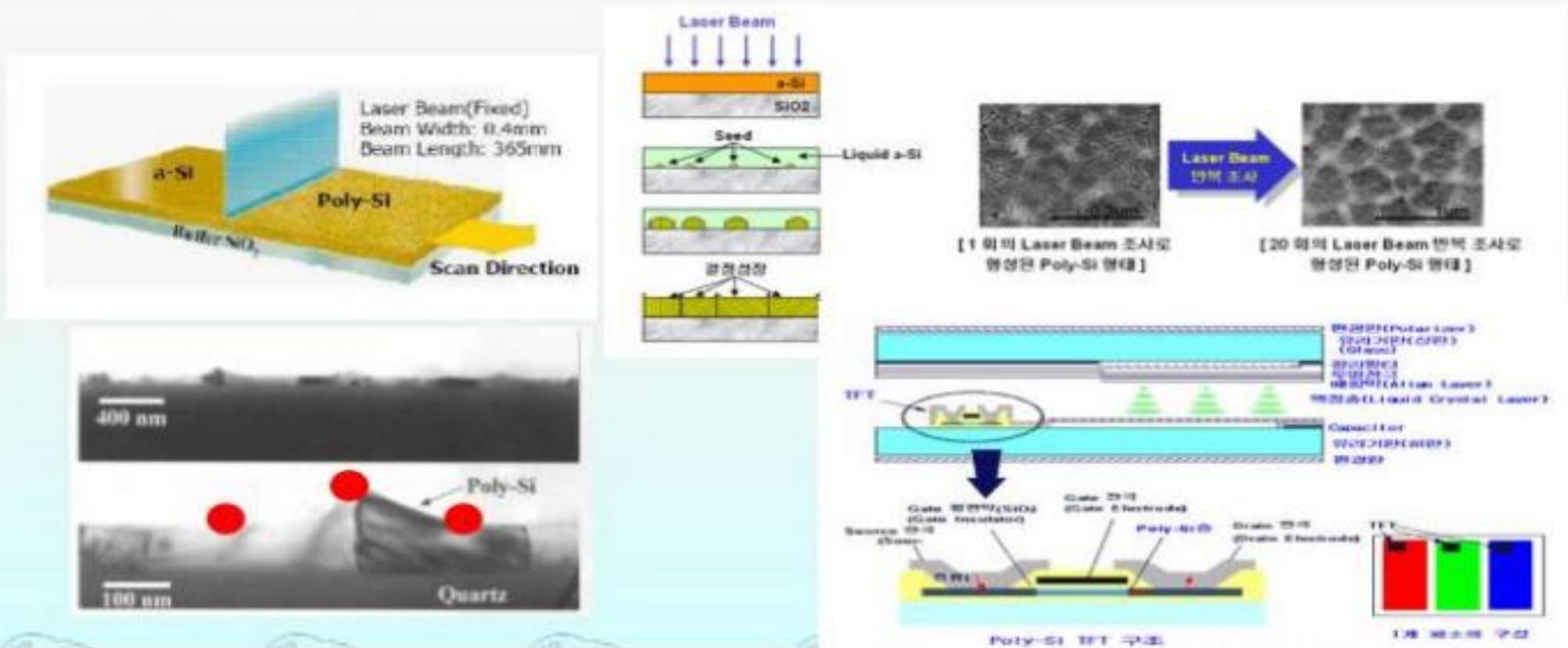
Stocker 和清洗 [FFU/EFU]



AMC對電子設備和工藝的危害

Acid+VOC会造成TFT-LPTS或者OLED ELA工艺产生 **Pannel亮度不良**问题。

由于a-Si --> P-si 性质转变的时候， Acid+VOC成分一起Coating， 因此Pannel的导电率减少， 从而发生亮度不良的问题



AMC對電子設備和工藝的危害

NH3+Acid+Organic成分会造成Panel上出现斑点的不良问题。



AMC

氣態分子 污染物簡 介:

毒性污染物:

氯氣

硫、硝、磷酸

戴奧辛等

粒狀污染物:

懸浮微粒

酸霧

油煙等

空氣
污染的
種類

氣狀污染物:

一氧化碳

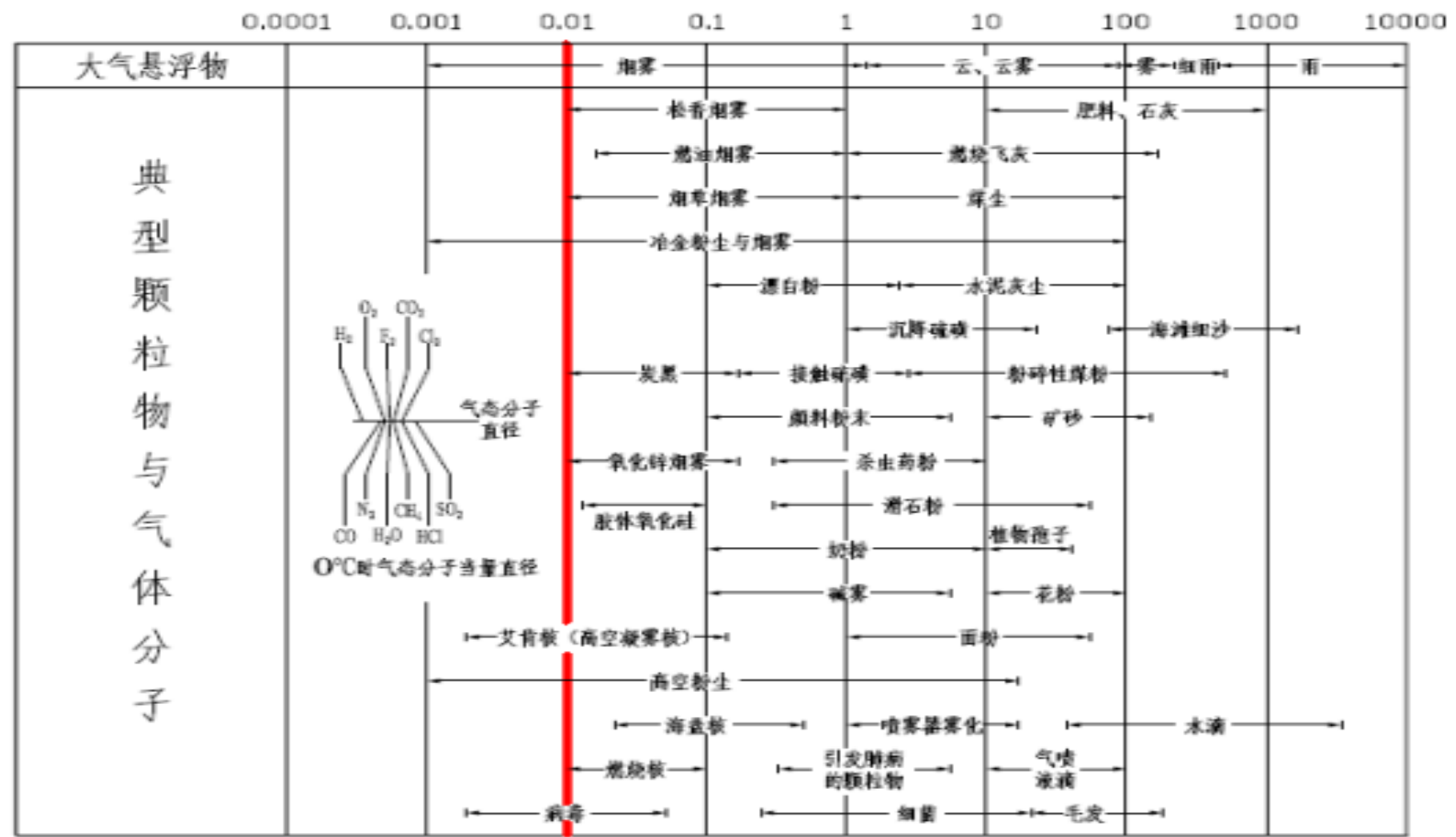
鹵化烴類

氮氧化物等

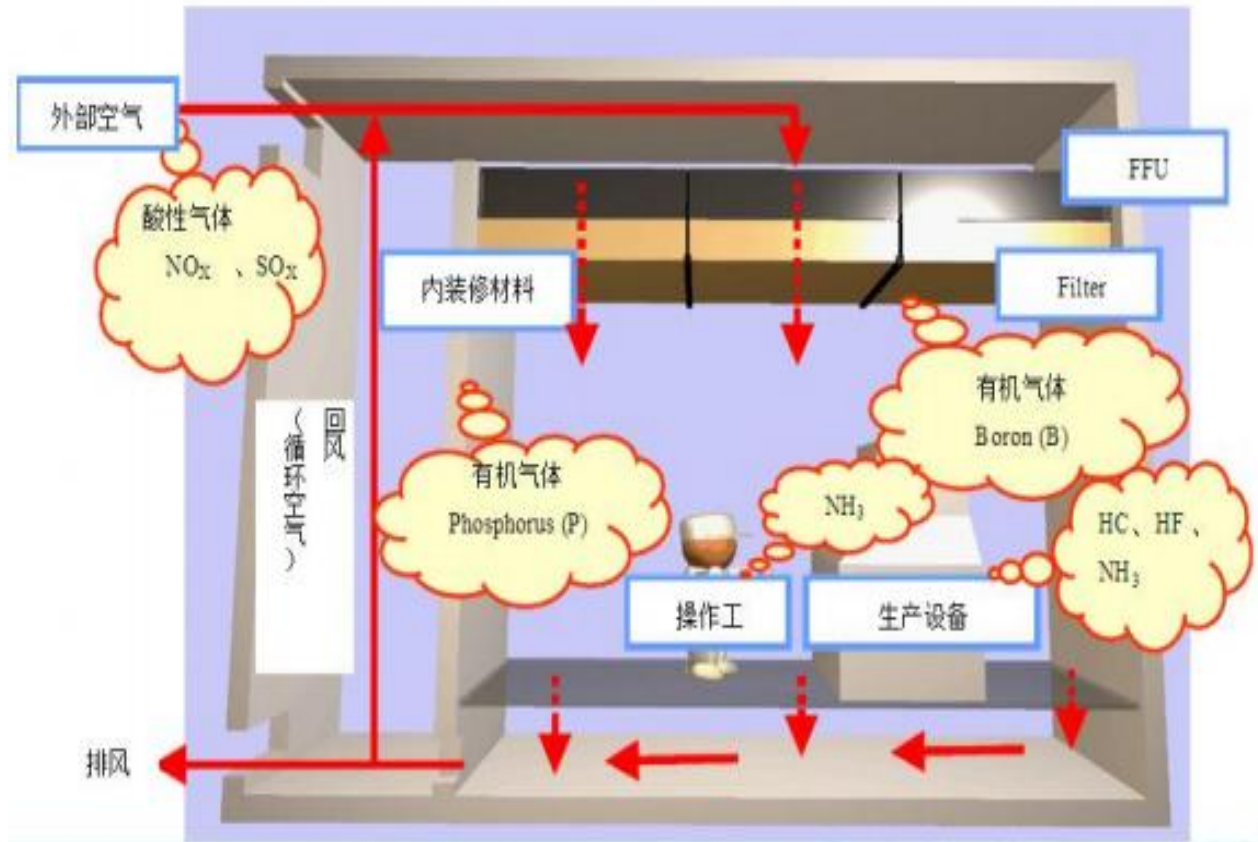
衍生性污染物:

光化學霧等

AMC(氣態分子污染物) 簡介



AMC(氣態分子污染物) 來源



洁净室建材 (墙壁、高架地板、过滤器、密封胶)

外气空调箱 (MUA)

再循环空气

生产过程中的化学物质

调整错误的排气量

制程化学药剂泄露

冷却系统

多种材料的污染气体释放

清洁液

AMC(氣態分子污染物) 簡介

Organics are driving cost of AMC control

MA	MB	MD	MR	ORGANICS
HF, hydrogen fluoride	NH ₃ , ammonia	TEP, triethyl phosphate	TEP, triethyl phosphate	ORGANICS
HCl, hydrogen chloride	NMP, N-methyl pyrrolidone	TCEP, Tris(chloroethyl) phosphate	TMS, trimethyl silanol	
SO ₂ , sulfur dioxide	Triethyl amine	BF ₃ , boron trifluoride	Hexamethyldisiloxane	
CH ₃ COOH, acetic acid	methyl amine	B(OH) ₃ , boric acid	D4, Octamethylcyclotetrasiloxane	ORGANIC ACIDS
H ₂ S, hydrogen sulfide	Ethanol amine	PH ₃ , phosphine	Tetrachloroethylene	ORGANIC BASES

Table 1: Example of AMC following the SEMI F21-1102 standard and new categories following later developments.

Table 5: Example of organic AMC following SEMI F21-1102, ITRS definitions and a more general definition for volatile organic compounds

ORGANICS	Category of organic contamination	AMC	Boiling point (°C)	Remark
VOLATILE ORGANICS	Volatile organic compounds	IPA, Isopropanol	82	Common cleaning agent
		Heptane	98	Higher boiling point than benzene but elute before.
	Volatile organics according to ITRS definition. GC-MS retention time >= benzene	Benzene	80	Vehicle exhaust contamination
		Toluene	111	
		Butanol	117	
CONDENSABLE ORGANICS		Xylene	140	Vehicle exhaust contamination
		PGMEA	146	Process chemical. Often considered condensable
	MC: Condensable organics according to SEMI and ITRS definition	Ethyl lactate	154	Process chemical
		Trimethyl benzene	165	Common traffic contamination
		NMP, N - methyl pyrrolidone	204	Process chemical
		Triethyl phosphate	215	Fire retardant
		BHT, butylated hydroxy toluene	265	Plasticizer
	Diethyl phthalate	298	Plasticizer	
	DOP, Dioctyl phthalate	385	Plasticizer. Test aerosol for ULPA filters.	

BOILING POINT INCREASE

AMC CONTROL COST INCREASE

AMC(氣態分子污染物) 簡介

	ACIDS		BASES
ITRS recommended AMC concentrations in ppb(v) for semiconductor manufacturing. Technology levels: 25 nm for flash 1/2 pitch, 36 nm for DRAM 1/2 pitch and 22 nm for MPU physical gate length (2012 update)	Total inorganic acids e.g.HCl, HF, H2SO4, HNO3). NOx & H2S not considered.	Total organic acids (e.g. formic, acetic lactic)	Total bases (e.g. NH3, NMP, TMA)
Cleanroom air: lithography scanner	5	2	20
Wafer environment: lithography scanner	0.05	0.02	0.2
Cleanroom air: coater developer and inspection tool	2	2	2
Wafer environment: coater developer and inspection	0.2	0.2	0.2
Reticle storage and exposure	0.2	0.2	0.2
Salicidation wafer environment	0.5	5	Not relevant
Exposed copper wafer process environment	0.5	0.5	2
Exposed aluminium wafer process environment	0.5	Not yet defined	Not yet defined
Gate, furnace wafer environment	Not relevant	Not relevant	Not relevant

AMC(氣態分子污染物) 簡介

种类	危害
酸类(MA)	<ul style="list-style-type: none"> • 腐蚀作用: Cu, Al 和其他薄膜, 测试设备以及工具 • 使得镜片、光罩、步进对准机、晶片等表面变得模糊。 • 由于酸之间的反应导致装置或者测试设备漏电。 • 侵蚀到 HEPA/ULPA 过滤器, 导致过滤器效率降低 • HF 侵蚀氧化硅层
碱类(MB)	<ul style="list-style-type: none"> • "T"-Topping、footing 和错误的线宽或外形 • 雾化、粒子、或者水滴的原因通常是氨水或胺类与酸性气体反应 • 损坏涂布器和步进机
可凝结类(MC)	<ul style="list-style-type: none"> • 导致光阻剂、PVD 和 CVD 层的不均匀 • 导致电镀缺陷 • 导致铜或者铝导线空孔 (void)、高接触电阻或过热 • 导致外延故障和感度降低 • 硅酮将导致步进机的镜片和光罩雾化
掺杂物(MD)	<ul style="list-style-type: none"> • 由分子掺杂物污染所引起的主要问题是带给晶片所不需要的n型和p型掺杂物

過濾介質的介紹

已知的使用介質

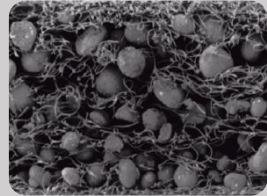
- 活性碳： 煤質碳, 椰殼碳, 碳磚
- 分子篩
- 沸石
- 離子交換樹脂
- 高錳酸鉀, 高錳酸鈉
- 觸媒
- 活性碳纖維
- 中空纖維

過濾介質的介紹

● 顆粒型



● 包覆型



過濾介質的介紹

活性碳的作用方式

- 吸附 - 污染物與吸附體間的物理作用力
- 反應 - 污染物與受污染生化學反應產生不揮發性物質。
- 催化- 活性氧化鋁為基材化學吸附劑-改質
觸媒, 離子交換樹脂

過濾介質的介紹

活性碳的作用方式

- 吸附 - 污染物與吸附體間的物理作用力
- 反應 - 污染物與受污染生化學反應產生不揮發性物質。
- 催化- 活性氧化鋁為基材化學吸附劑-改質
觸媒, 離子交換樹脂

改質載體

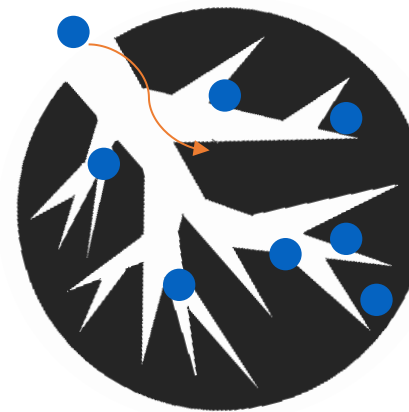
利用不同的材料作為基底，進行**包覆，再製，塗層，鍍化**…等不同加工方式增強對不同污染物的過濾效果

1. 改質活性炭提高效率：
小分子如 HF, NH₄ 等不易吸附的化學物質
2. 改酸（10%磷酸）除鹼
3. 改鹼（5-10%氫氧化鉀）除酸
4. 活性氧化鋁 包覆6%高錳酸鉀針對除硫
5. 離子交換樹脂 同活性炭作為載體

過濾介質的工作原理

A. 物理吸附：可逆

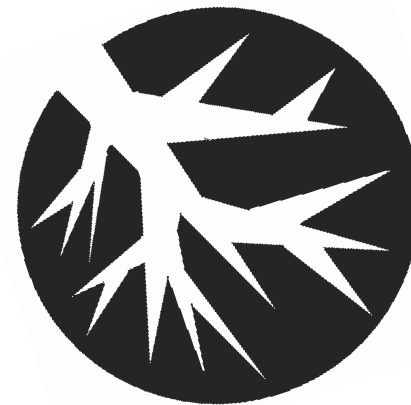
Type of Gas	Commonly Seen Gases	Removal Mechanism
Organic	solvent, DOP, hydrocarbons, silicones	Physical Adsorption: Contaminant is attracted to a surface and held in place by weak forces. A reversible process.



過濾介質的工作原理

B. 化学吸附：不可逆

Type of Gas	Commonly Seen Gases	Removal Mechanism
Acid	HCl, HF, NO _x , SO _x	<p>Chemical Adsorption: Contaminant is attracted to a surface and chemically reacts with impregnant on that surface. The resulting products stays in the surface. An irreversible process.</p> <p style="text-align: center;"><i>or</i></p> <p>Catalysis: Contaminant is attracted to a surface. The catalyst impregnated on that surface induces the contaminant to a chemical reaction. The resulting products move away leaving surface unchanged. An irreversible process.</p>
Base	NH ₃ , amines, NMP	



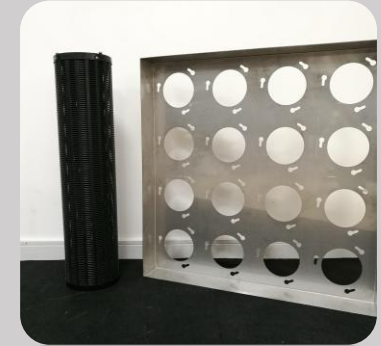
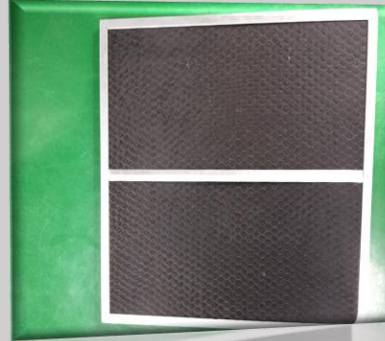
- Neutralization
- 酸鹼中和
- Oxidization
- 氧化
- Catalysis 催化



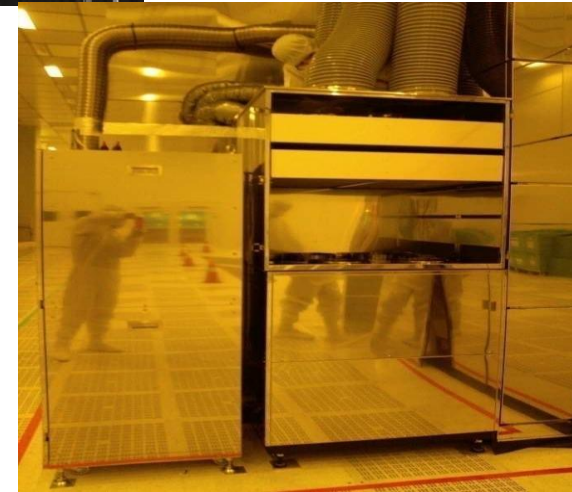
影響活性炭 效率因素

- 活性炭基材本體 椰殼碳, 煤炭, 竹碳 果碳,
- 顆粒大小, 比表面積, 碘值
- 硬度, 濕度, 灰份
- 改質與否

化學過濾器介紹



化學濾網的 使用環境





影響化學濾網效率因素

- 吸附或反應介質的種類及等級
- 介質數量
- 介質的粒徑
- 化學改性
- 上游濃度
- 環境相對溼度
- 濾網的設計
- 濾材的結構

化學濾網的 測試

材料效率測試

酸
鹼
VOC



化學濾網的 測試

過濾氣體分析

IC 氣相層析儀

分析濾網釋氣，
陰陽離子



化學濾網的 測試

過濾氣體分析

GS-MS氣相層析質譜儀

鑑定已知或未知的化合物，並定量出來



化學濾網的 測試

化學濾網成品測試

風道實際測試濾效, 阻力等相關指標
同時也測試發塵量



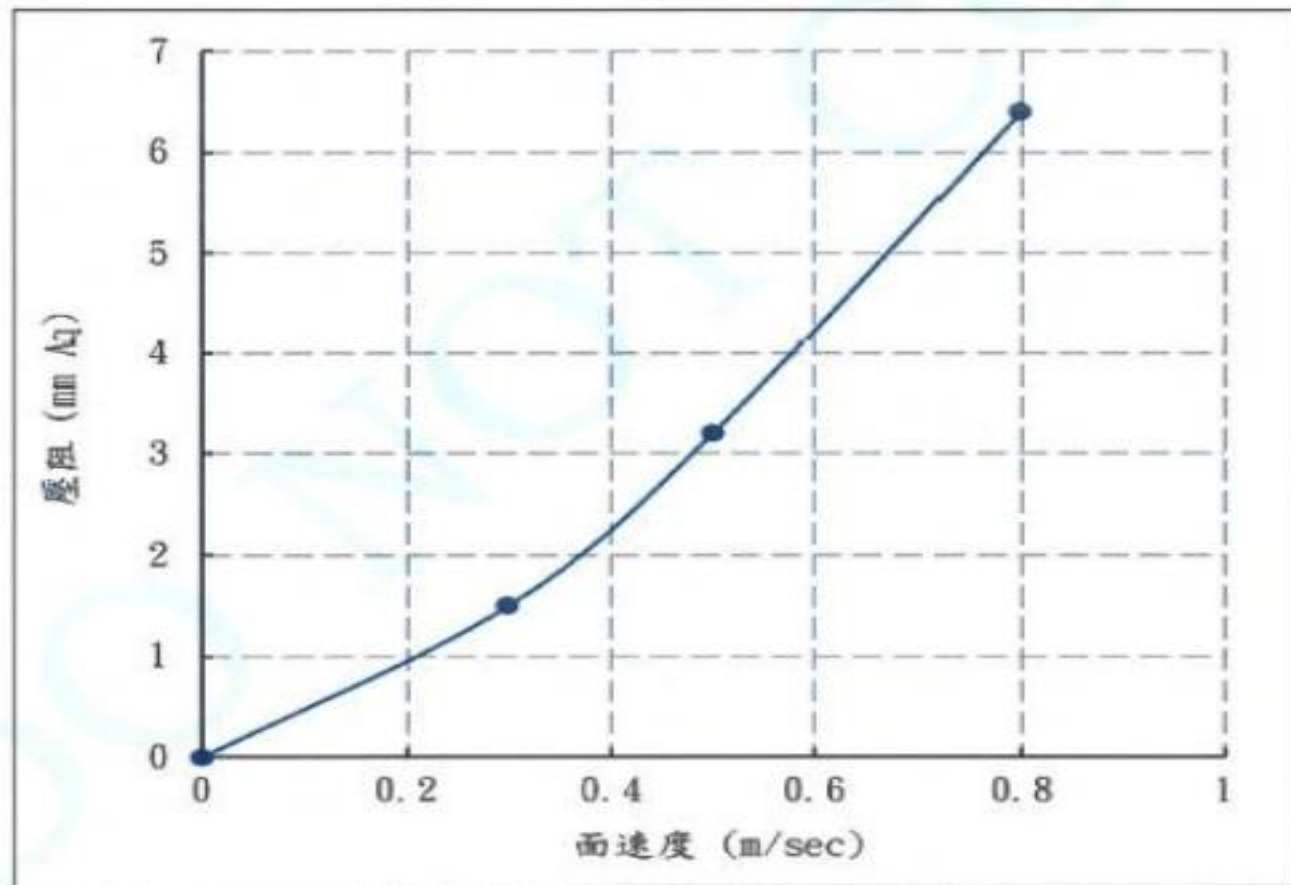
Testing Filter

Specification	
height	592 ~610 (mm)
width	592 ~610 (mm)
depth	50 ~300 (mm)



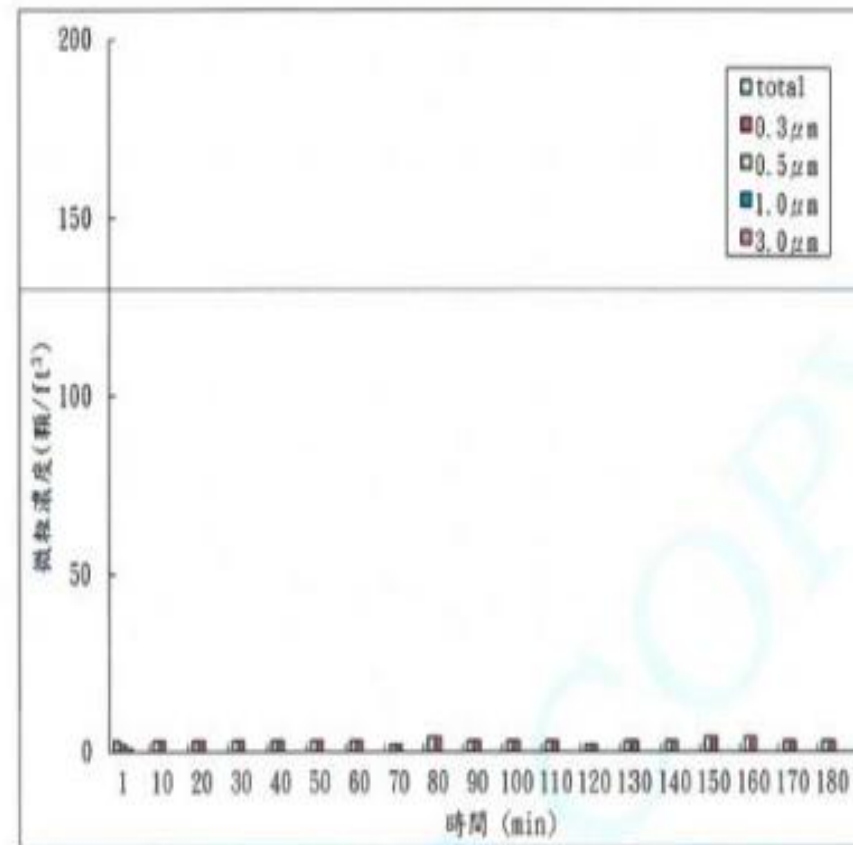
Chemical	Challenge gas	Concentration	Detector	
Toluene/ IPA		10 ppb ~20 ppm	PID, GC/MS	t
Diethyl phthalate		15 ~300ppb	GC/MS	
Hydrosulfide		10 ppb ~10 ppm	H ₂ S/SO ₂ analyzer	ATD-GC/MS
DMS		10 ppb ~10 ppm	GC/MS	PID, IMS
Ammonia		10 ppb ~10 ppm	IMS	

過濾器成品測試-阻力



過濾器成品測試-發塵測試

面速度 (m/sec)	時間 (min)	總微粒濃度 (顆/ft ³)	各粒徑微粒濃度(顆/ft ³)					
			0.3 μ m	0.5 μ m	1 μ m	3 μ m	5 μ m	10 μ m
0.5	1	3	2	1	0	0	0	0
	10	3	3	0	0	0	0	0
	20	3	3	0	0	0	0	0
	30	3	3	0	0	0	0	0
	40	3	3	0	0	0	0	0
	50	3	3	0	0	0	0	0
	60	3	3	0	0	0	0	0
	70	2	2	0	0	0	0	0
	80	4	4	0	0	0	0	0
	90	3	3	0	0	0	0	0
	100	3	3	0	0	0	0	0
	110	3	3	0	0	0	0	0
	120	2	2	0	0	0	0	0
	130	3	3	0	0	0	0	0
	140	3	3	0	0	0	0	0
	150	4	4	0	0	0	0	0
	160	4	4	0	0	0	0	0
	170	3	3	0	0	0	0	0
180	3	3	0	0	0	0	0	



化學濾網於180分鐘內發塵量分佈變化圖(面速度0.5m/sec)

過濾器成品測試-初始去除效率測試

測試氣體物種	氨氣(NH ₃)			
濾網面風速	0.5 m/sec(測試系統風量 10.8 CMM，面風速以 600mm*600mm 濾網截面計算)			
測試項目	上游濃度	下游濃度	去除效率	測試時間
1. 低濃度去除效率	15.9 ppb	0.7 ppb	95.6%	6 小時
2. 高濃度去除效率	9.91 ppm	0.21 ppm	97.9%	初始
	9.91 ppm	5.30 ppm	46.5%	經 12 小時

1.3、飽和吸附容量測試

測試氣體物種	氨氣(NH ₃)
測試濃度值	10.02 ppm
濾網面風速	0.8 m/sec (測試系統風量 17.28 CMM;面風速以 600mm*600mm 濾網截面計算)
容量測試結束點	去除效率下降至 88.7% (測試時間為 720 分鐘)
濃度取值間隔	1 min
總吸附量值	56.16 g/filter (由初始去除效率 99.9%測試至 95.0%時之總吸附量)
總吸附量值	79.82 g/filter (由初始去除效率 99.9%測試至 90.0%時之總吸附量)
總吸附量值	84.05 g/filter (由初始去除效率 99.9%測試至 88.7%時之總吸附量)

1

- 通過檢測及客戶提供，取得基礎設計數據

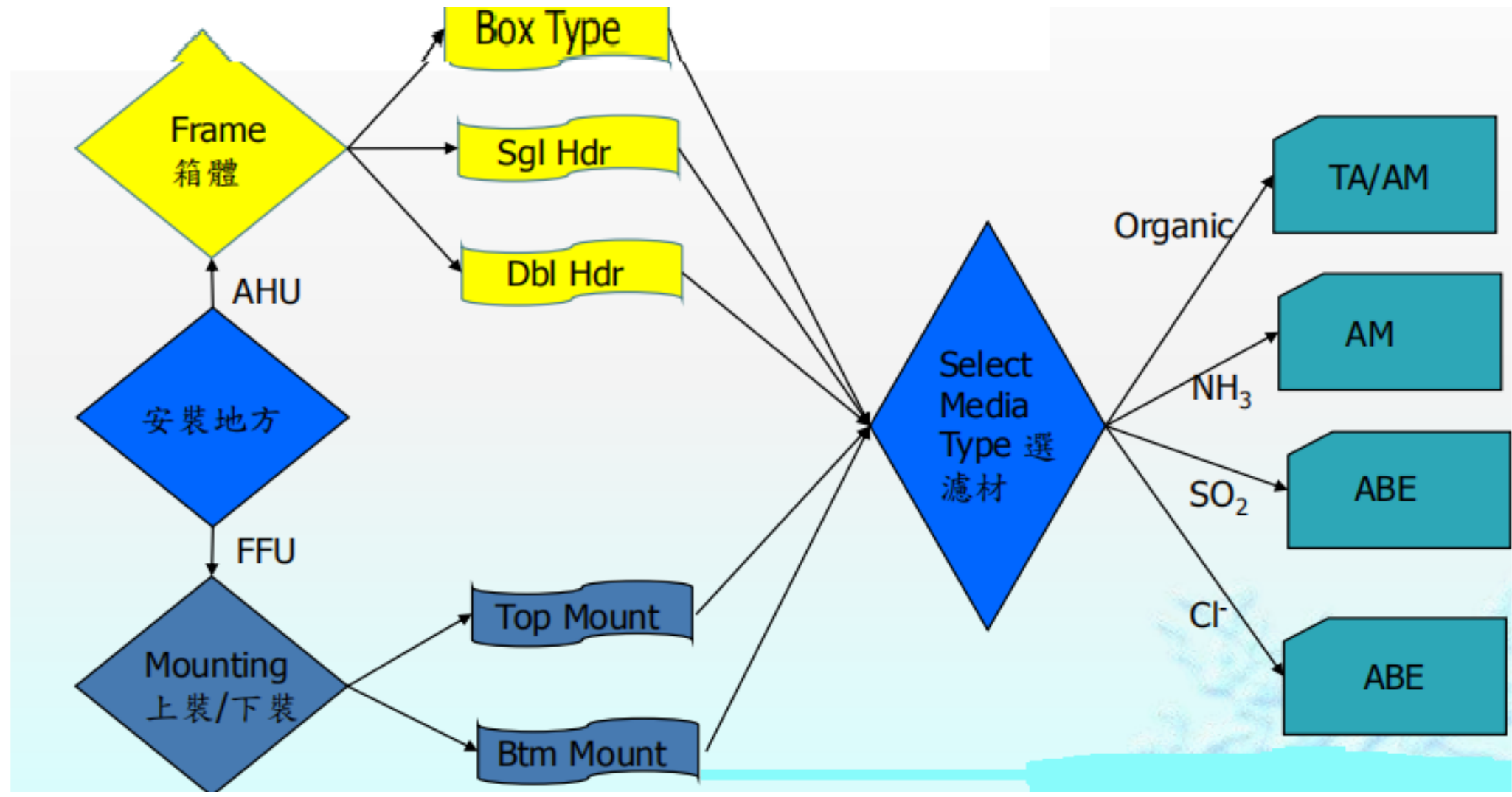
2

- 化學過濾器設計

3

- 持續的改進服務（潔淨室內定期檢測, 過濾器效率定期檢測服務）

化學過濾器設計選型



先進製程
上化濾的
解決方案

製程工藝上充滿未知數

良率無法提升

確定是氣體分子污染

產學研集合討論找方案

活性炭, 高錳酸鉀, 離子交換樹

脂, 觸媒, 供應商測試機會

對比每家廠商測試結果

不計代價的進行先期處理 (可

穩定後再尋求成本控制

先進製程
上化濾的
解決方案

製程上要處理的氣體

清洗與溶解IPA/ACE (2 ppb)

揮發性有機化合物

PGME/PGMEA

無機酸蝕刻 KOH

無機酸去光阻 IPA/DMSO/MDS

毒氣體 SiH_4AsH_3

廢氣

THC 濃度, 1000 ppm

IPA/ACE/PGME/PGMEA

化學濾網的 未來發展及 挑戰

急就章, 人才荒, 缺乏基礎研究

業主獲得資訊有限

過濾介質的選擇有限

價格滑落, 品質也跟著低落

產品同值性高, 競爭激烈

電子產業鍊人才流動率大, 很難保持持續研究

持續產品的研發, 檢測技術及設備的提升

碳足跡, 節能減廢, 廢棄物管理

綠色製造 RE100



只向前看

• 不向後看

