歩留向上のためのPOP(Point of Process)における欠陥及び汚染低減 -STRJ-WG11の新たな取り組み-

WG11リーダ　白水好美 ルネサスエレクトロニクス㈱

用語集

YMDB : Yield Model & Defect Budget　歩留りモデルと装置許容欠陥数
DDC : Defect Detection & Characterization　欠陥検出と特徴付け
CIA: Characterization, Inspection & Analysis　検査、分析、特徴付け
WECC: Wafer Environmental Contamination Control　ウェーハ環境汚染制御
YL : Yield Learning　歩留り習熟
CR : Clean Room クリーンルーム
AMC : Airborne Molecular Contamination　大気分子汚染
HEPA Filter :High Efficiency Particulate Air Filter　ヘパフィルター
CF : Chemical Filter ケミカルフィルター
UPW : Ultra Pure Water 超純水
UF : Ultra Filter 限外ろ過フィルター
IEF: Metal Ion Exchange Filter 金属イオン除去フィルター
TOC : Total Organic Carbon/Total Oxidizable Carbon 全有機体炭素
WET Station: ウェハ洗浄装置
POS : Point of Supply　供給ポイント
POD : Point of Delivery　受渡ポイント
POC : Point of Connection　接続ポイント
POE : Point of Entry　入口ポイント
POU : Point of Use　使用ポイント
POP : Point of Process　プロセスポイント

WG11 メンバー表(2012.2現在)

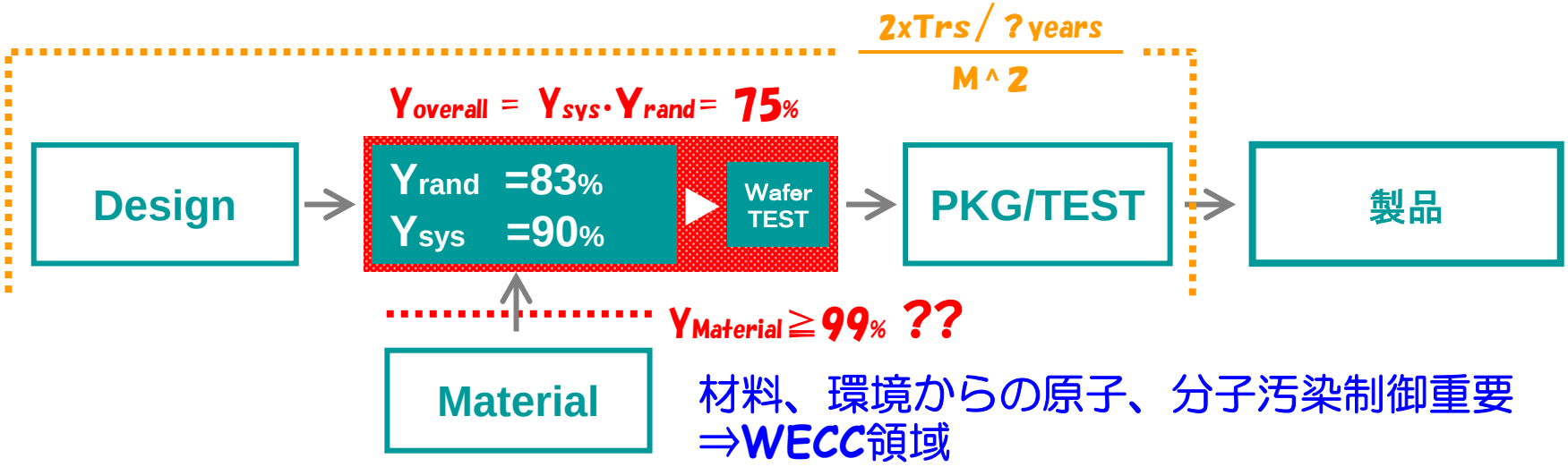
白水好美	ルネサス	リーダ・WECC
嵯峨幸一郎	ソニー	サブリーダ・YE国際・WECC
冨田　寛	東芝	委員 WECC
永石　博	ルネサス	委員 CIA
松本康彦	ローム	委員 WECC
粉谷直樹	パナソニック	委員 CIA
槌谷孝裕	富士通セミコンダクタ	委員 CIA
津金賢	日立製作所	委員・YE国際・WECC
水野文夫	明星大学	特委_アカデミア・ CIA WECC
桑原純夫	STARC	委員 コンソーシアムCIA
西萩一夫	堀場製作所	特委_SEAJ計測WG委員 WECC
達本剛隆	レーザーテック	特委_SEAJ計測WG委員 CIA
池野昌彦	日立ハイテク	特委_サプライヤ CIA
北見勝信	栗田工業	特委_サプライヤ・WECC
二ツ木高志	オルガノ	特委_サプライヤ・WECC・幹事
林　輝幸	東京エレクトロン	特委_サプライヤ・WECC・
杉山　勇	野村マイクロ	特委_サプライヤ・WECC・
近藤　郁	リオン	特委_SEAJ計測WG委員 WECC
堺澤秀行	NGR	特委_SEAJ計測WG委員 CIA

半導体メーカ	8
アカデミア	1
コンソーシアム	1
サプライヤ	9
計	19

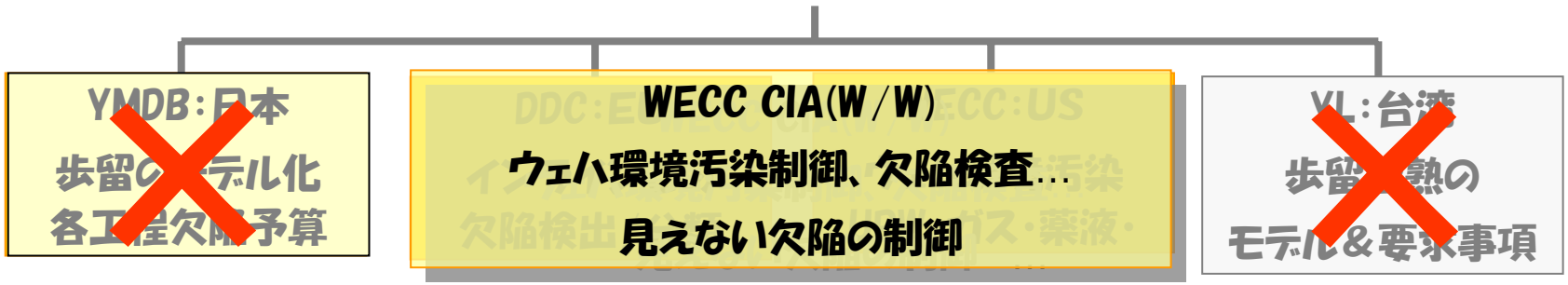
YMDB	0
CIA	7.5
WECC	11.5
計	19

Yield Enhancement 分担領域

Cost/Tr低下は　ムーアの法則と共に歩留を維持しないと 実現しない



YE ITWG Chair: Fraunhofer_EU



DB surveyは進んでいない。
EUが中心となっている。

Table削除

DDC ⇒ CIA の欧州提案

◆2011/04の欧州会議にて欧州よりDDC(Defect Detection & Characterization)をCIA(Characterization, Inspection & Analysis)に変更したい旨提案あり

◆具体的にはDDC+ウェハ表面(環境)汚染の技術領域に拡張したい模様

2011 YE edition final より抜粋

Furthermore for efficient manufacturing **the monitoring of contamination in the environment and on the wafer surface requires appropriate equipment**.

In 2011 the subchapter was defined to be extended to characterization, inspection and analysis. **During the previous years the sub chapter was limited to inspection capabilities**.

韓国会議(2011/12)での欧州提案

◆CIAとして以下4テーブルの新設提案あり

Characterization, Inspection & Analysis (2012)

- **Proposal for 4 new Tables for CIA (or discussion):**
  - Metal contamination
    - Specify the number of elements to be detected at once (Na-U ???)
    - Mapping speed (2 wafer per hour ???)
    - Lower Detection Limit (atoms/cm²)
    - elemental depth profiling capability in layers and substrates
  - Particle Monitoring (on wafer)
    - Specify the size correlation
    - Sampling surface area
    - Lower Detection Limit
    - Include composition
  - Defect Detection for Assembly
    - Look into survey results
    - Sampling volume
    - CD and field of view (µm scales!)
  - Organic contamination (on surfaces)
    - Number of organics to be detected in Boiling point >< 150 C
    - Number of organics to be detected for non volatile organics
    - Amount / Lower Detection Limit ng/cm²

ITRS International Technology Roadmap for Semiconductors
SEOUL December 12-13, 2011

※既存CIAテーブル

YE4：Defect Inspection on Patterned Wafer Technology Requirements
YE5：Defect Inspection on Unpatterned Wafers, Macro, and Bevel Inspection Technology Requirements
YE6：Defect Review and Automated Defect Classification Technology Requirements

欧州提案CIAに対するWG11の対応

◆WG11/CIA及び技術領域の近いWG14(Metrology)と合同で対応を協議した結果、DDCからの拡張では無く、歩留向上に何が必要か？を原点に帰り議論することから始めることとした
（More than Mooreの台頭など半導体を取り巻く環境の変化を考慮）

◆半導体各社（日本）の歩留向上に関する課題の抽出を実施中

◆欧州提案の新テーブルについても対応を議論

◆テーブルとPotential Solutionsの整備は2013目標
（2011 YE edition final に記載あり）

今後のWG11/CIA活動計画

- ◆下記フォーマットでの半導体各社へのアンケート実施（完了）
- ◆ITRSへの提案内容、STRJ独自活動の内容、欧州提案新テーブルへの対応検討　（～'12/03）
- ◆ITRS欧州会議でのITRSへの提案（'12/04）

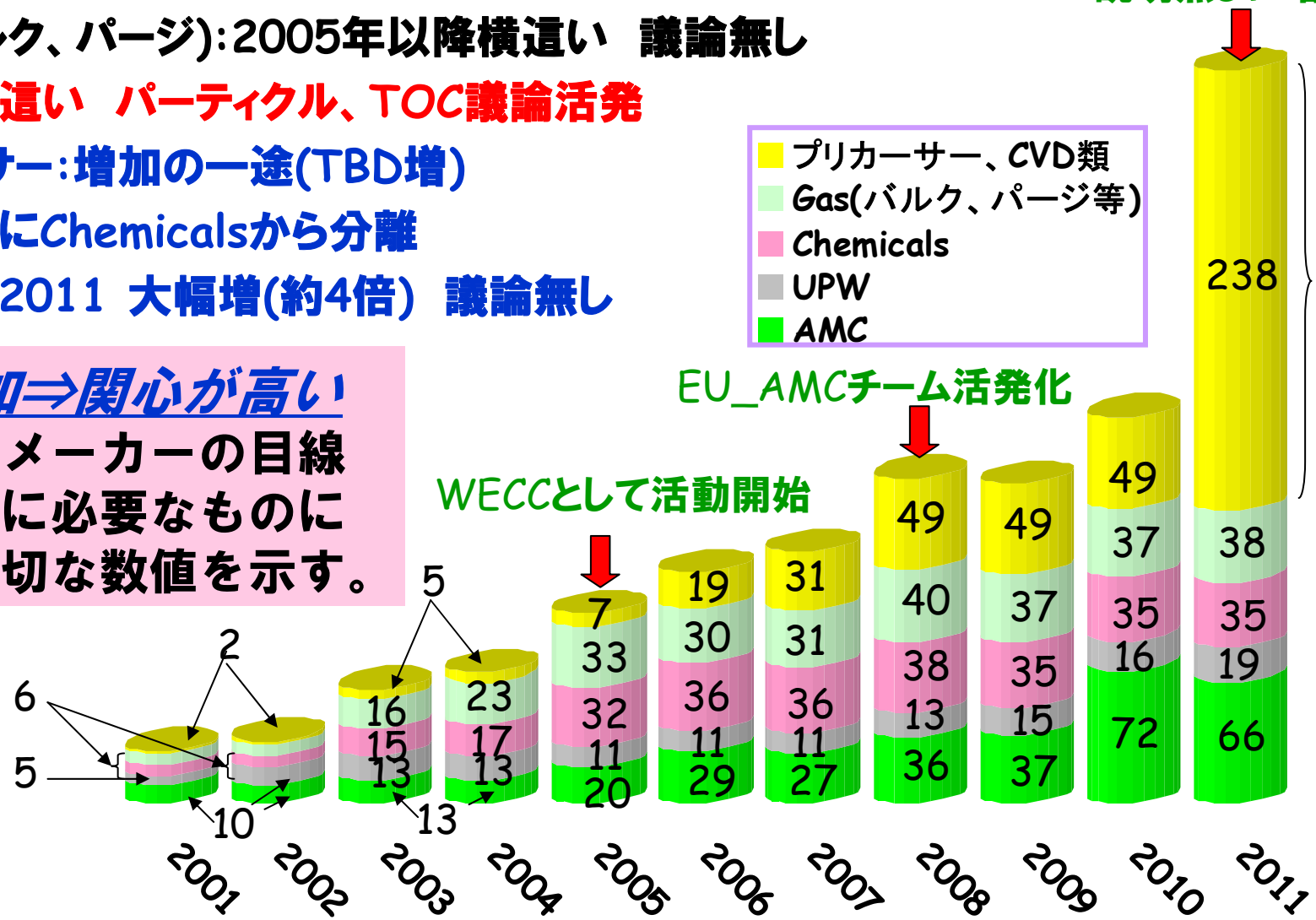
カテゴリ	課題	詳細	引用文献	ITRSへの提案	STRJ独自活動

半導体各社からの回答回収完了
内容整理中

増加し続けるWECC-YE3表(項目推移)

- AMC:増加顕著　日本側の提案　2010⇒2011で減少　TBD減
- Chemicals(薬液): 2005年以降横這い　議論無し
- Gas(バルク、パージ):2005年以降横這い　議論無し
- UPW:横這い　パーティクル、TOC議論活発
- プリカーサー:増加の一途(TBD増)
  2008年にChemicalsから分離
  2010⇒2011 大幅増(約4倍)　議論無し

項目増加⇒関心が高い
デバイスメーカーの目線から本当に必要なものに特化し適切な数値を示す。



どこの値で定義すべきか?

デバイスメーカーとしてはここが必要!

	POS Point of supply…Delivery point of gas/chemical supplier	POD Point of delivery…Outlet of central facility system	POC Point of connection…Submain or VMB/VMP take off valve	POE Point of entry..Entry to equipment or subequipment	POU Point of use…Entry to the process chamber	POP Point of process…Contact with wafer
Interfaces	SEMI Standards Focus Area	ITRS Factory Integration Facilities Group Focus Area		ITRS Factory Integration Equipment Group Focus Area		ITRS FEP, Litho, Interconnect TWG Focus Area
Ultrapure water (UPW)	Raw water	Outlet of final filtration in UPW plant	Outlet of submain take off valve	Inlet of wet bench or subequipment	Inlet of wet bench bath, spray nozzle, or connection point to piping, which is also used for other chemicals	Wafer in production
Process chemicals	[illegible]	Outlet of final filtration of chemical distribution unit	Outlet of VMB valve	Inlet of wet bench or intermediate tank	Inlet of wet bench bath or spray nozzle	Wafer in production
Specialty gases	Gas cylinder or bulk	Outlet of final filtration of gas cabinet	Outlet of VMB valve	Inlet of equipment	Inlet of chamber (outlet of MFC)	Wafer in production
Bulk gases	[illegible] site or gas generator	Outlet of final filtration/purification	Outlet of submain take off valve or VMB valve	Inlet of equipment/ subequipment	Inlet of chamber (outlet of MFC)	Wafer in production
Cleanroom and airborne molecular contamination (AMC)	Outside Air	Outlet of make-up air handling unit	Outlet of filters in Cleanroom ceiling	Inlet to mini-environment or sub equipment for AMC, outlet of the tool filter for particles	Gas/Air in vicinity to wafer/Substrate	Wafer/Substrate in production (AMC/SMC)

ITRS

SEMI UPW

SEMI Chem

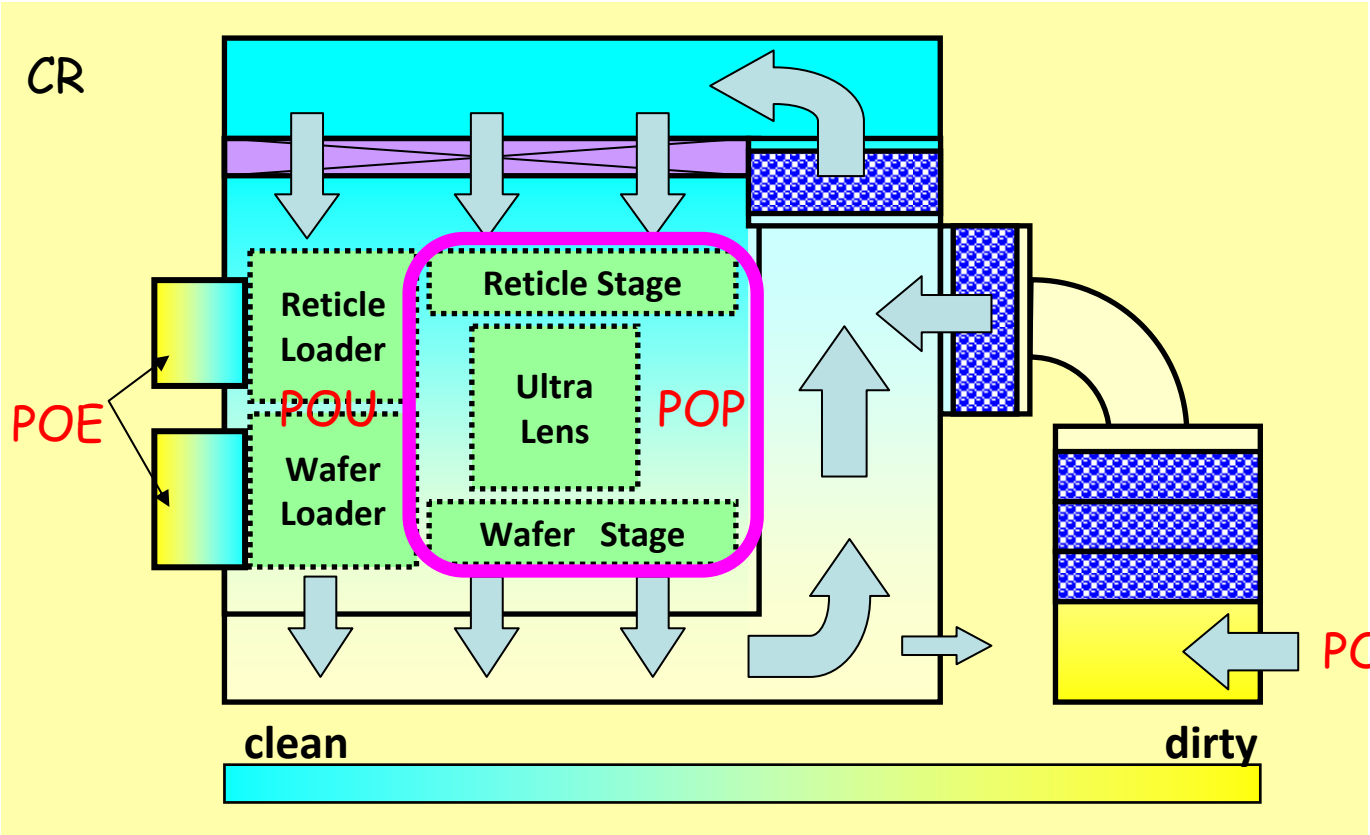
SEMI Gas

SEMI AMC

ITRSはPOEで定義されているが、実際はその手前の供給のところの値が多数ある。
PODやPOEで低減することが目的ではなく、POPで問題になる欠陥や不良となる因子をPOUで低減化することが目的である。⇒議論を開始している。

AMC(雰囲気中の分子性物質)

SCANNER (which requires AMC control)



HEPA Filter
CF

NH3 pptV

POP	<200
POU	<200
POE	2000
POC	20000

実際のウェハ環境で定義すべきである。

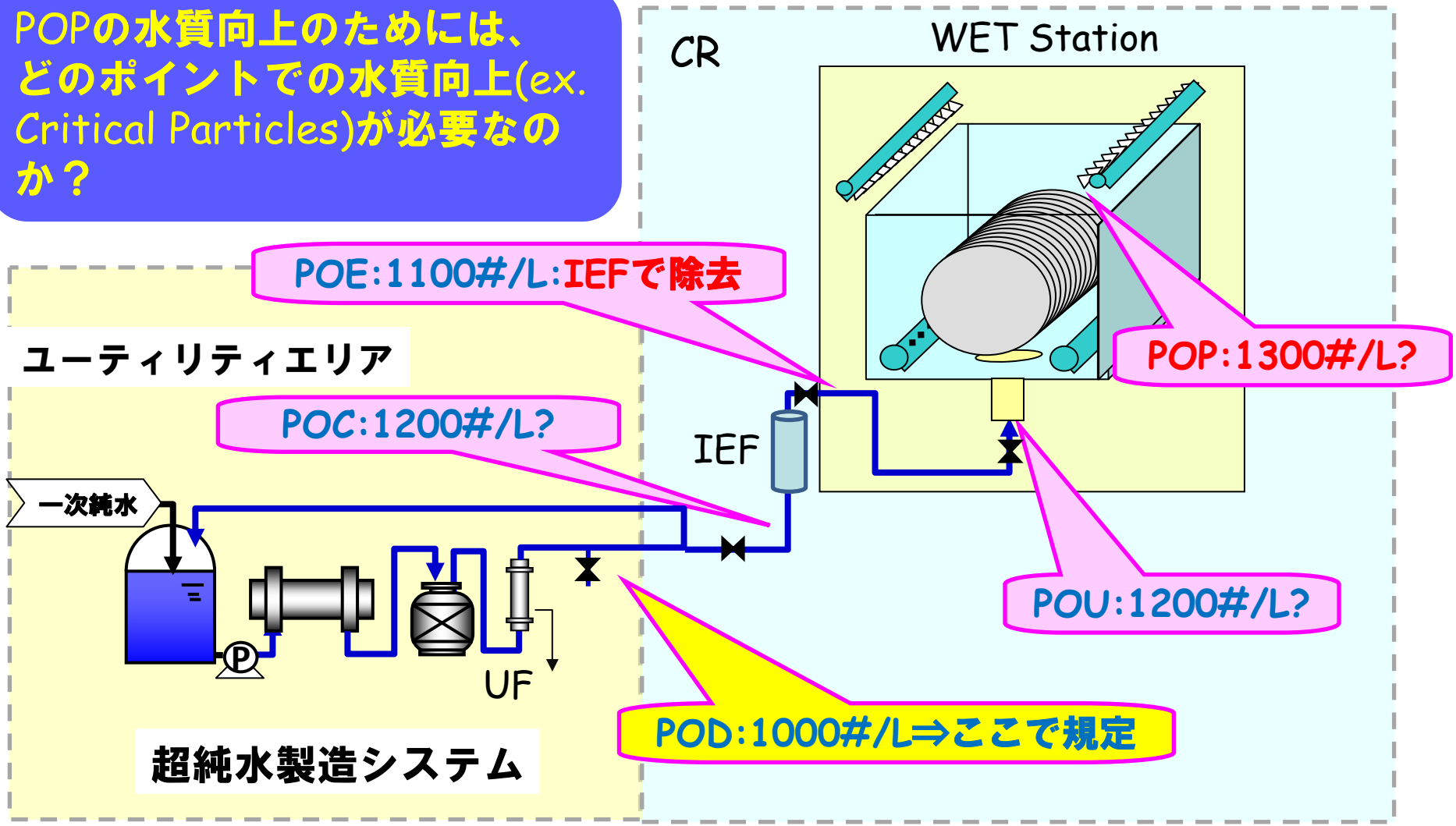
フィルターの効果を示すものではない。

デバイスメーカーが必要な項目としていく。

⇒ POPで歩留低下原因を回避

UPW(超純水)

POPの水質向上のためには、どのポイントでの水質向上(ex. Critical Particles)が必要なのか？



ITRSはPOEで定義されているが、超純水サプライヤは"POD"を保証している。
本来は、POPで問題になる欠陥や不良となる因子を低減化することが目的である。

POPにおける欠陥及び汚染低減に向けた取り組み

各ポイントでの水質確認の前に・・・

デバイスの歩留向上にとって重要な水質項目の絞り込み

↓

POPの水質向上に向けて、改善が必要となる要因（洗浄槽、ウェーハからの持込み等）の明確化

↓

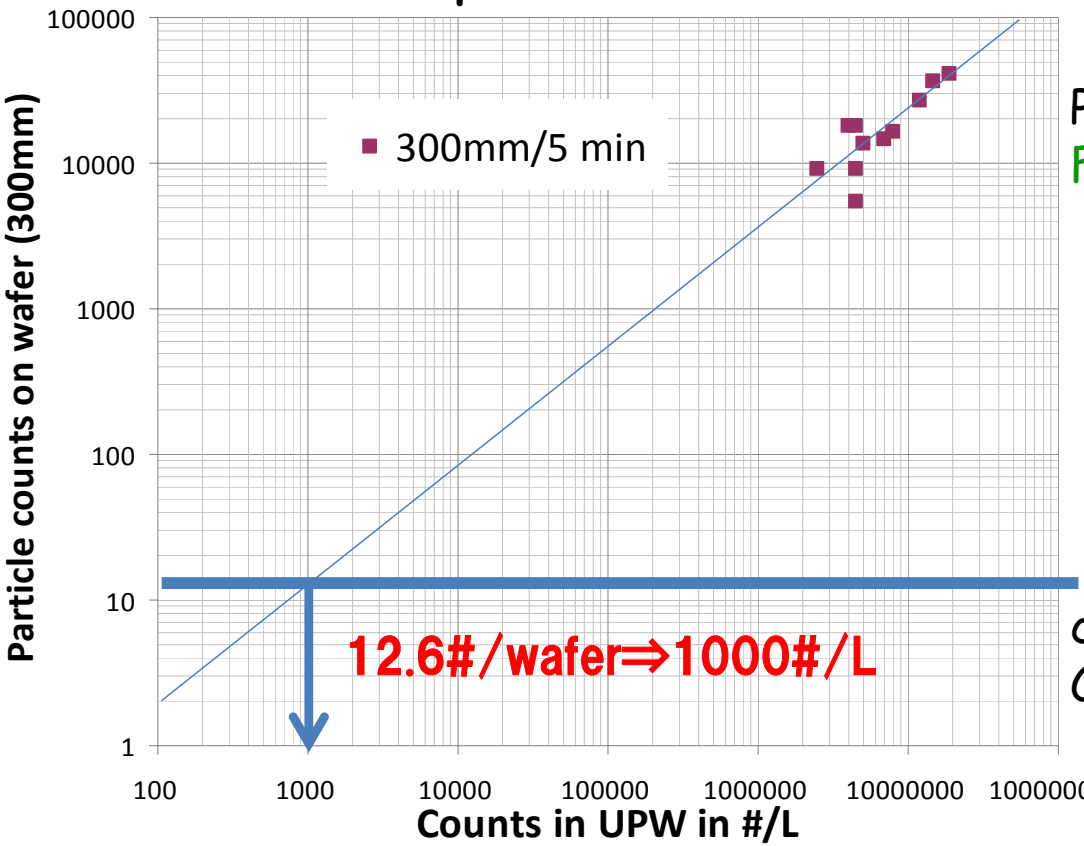
POPにおける欠陥及び汚染低減に向けたロードマップの策定

↓

AMCも同様な検討を開始している。

UPW(超純水)_パーティクル

1. Critical particleの個数の議論



Particle : SiN, Particle size 0.1-3 μm

Formula of adsorption rate

R = { Cwf / (Ch x Swf x Dw)} x 100

where

R : Adsorption rate,

Cwf : Particles on wafer

Ch : Particles concentration in UPW

Swf : Surface area of wafer

Dw : Thickness of water layer that contributes adhesion of particle

Calculation result

R = 0.91%

※Deborah J. Riley MICROCONTAMINATION December 1990

FEPのSurface Preparationの工程歩留が99%⇒99.9%に変更になったため、Critical particleサイズ(20nm)での個数は300mmで12.6#/waferとなった。これを受けてUPW中のCritical particleの個数が変更になった。当初より日本として提案している計算方法から導き出しており、4000#/Lから1000#/L(1#/mL)となった。

UPW(超純水)_有機物

		2011	2012
	Total oxidizable carbon (ppb) [22]	<1	<1
Delete	Critical Organics as C (ppb) [41]	TBD	TBD
ADD	Non-polar Organics as C (ppb) [41]	TBD	TBD
ADD	Polar Protic Organics as C (ppb) [42]	TBD	TBD
ADD	Polar Aprotic Organics as C (ppb) [42] [43]	TBD	TBD

[41] No device impacts, other than FM, are expected at normal UPW system levels

[42] Potential impacts on oxide surface layers, potential polar bonding to these surfaces

[43] Potential impact on metal surfaces, potential metal oxide

FEPのSurface Preparationの有機物がSurface Carbonとして9e12から1e12(MW300として0.5ng/cm2程度)に変更になった。これを受けてUPWの有機物が分類された。TOC(全炭素)のほかに極性(プロトン型と非プロトン型)と無極性とNを含む有機物に分類された件で議論した。

JWECCとしてはTBD(数値がはいっていない)であること、デバイスインパクトが不明瞭であること、分析技術が確立していないことなどから、TOC以外は削除を要求している。次のITRS会議にて再度議論予定である。
Critical Organicsを復活の方向でJWECCとして考えている。

CIA/WECCからのYEへのアプローチ

◆WG11/CIA活動計画

・半導体各社(日本)の歩留向上に関する課題

⇒各社が共有できるアイテム抽出

・ITRS提案内容吟味と提案

◆WG11/WECC活動計画(日本版ロードマップ作成)

・国内デバイスメーカー の立場からYE3表の精査中

⇒最大公約数から、日本版として再構築

・ITRSへの提案の継続(項目と数値)

・ナノパーティクル、コンタミとデバイス特性劣化調査

WatchingからProposal & getting informationへ

WG11としてITRSからの有用情報の収集とデバイスメーカーへの展開