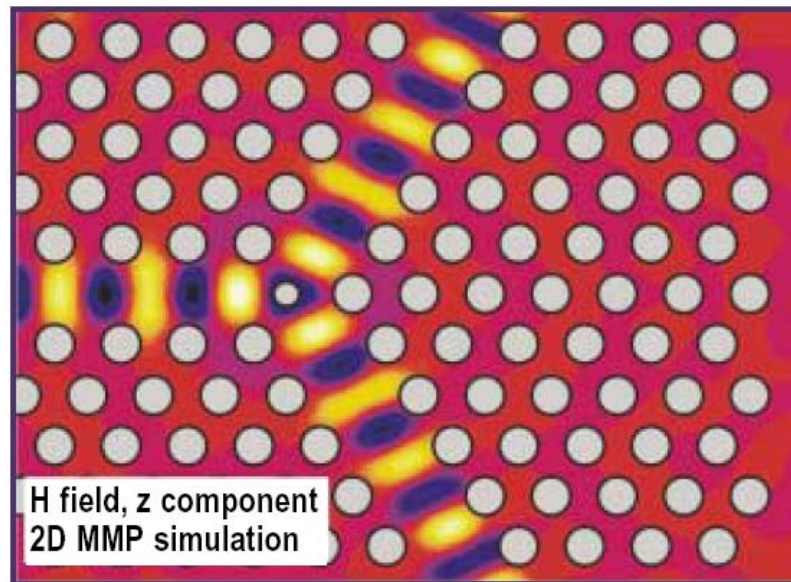
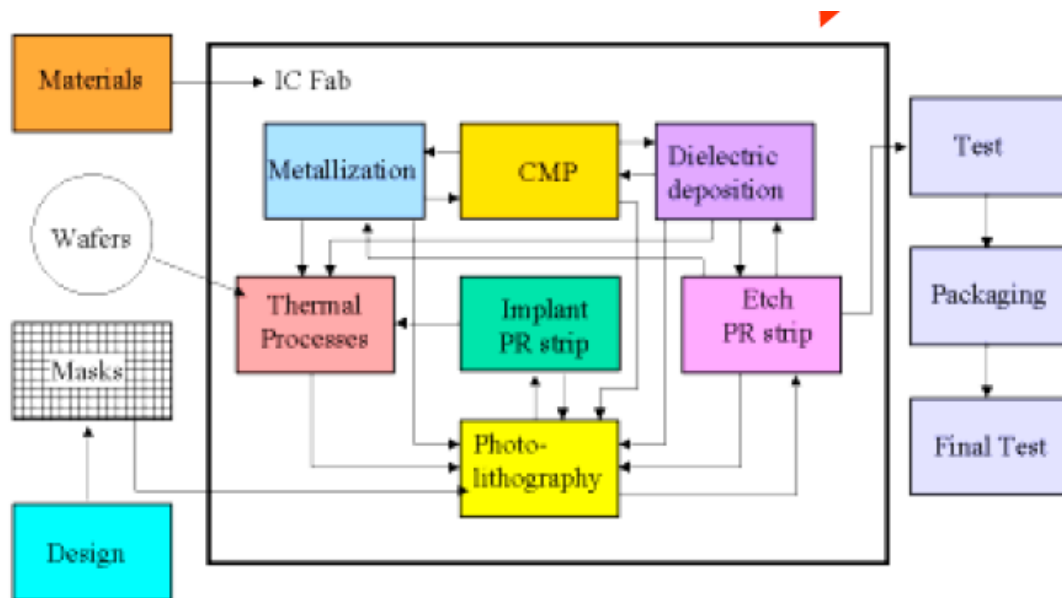


Tema 1:

Técnicas de Fabricación y procesado (en semiconductores)





Additive Methods	Modifying Methods	Subtractive Methods
Thin Film Deposition <ul style="list-style-type: none"> sputter deposition molecular beam epitaxy chemical vapor deposition chemical solution deposition 	Radiative Treatment <ul style="list-style-type: none"> resist exposure polymer hardening 	Etching <ul style="list-style-type: none"> wet-chemical etching ion beam etching reactive ion etching focused ion beam etching
Printing Techniques <ul style="list-style-type: none"> ink-jet printing microcontact printing 	Thermal Annealing <ul style="list-style-type: none"> crystallization diffusion change of phase 	Radiative and Thermal Treatment <ul style="list-style-type: none"> laser ablation spark erosion
Self-organized Growth <ul style="list-style-type: none"> selective chemical reactions biological growth of cells 	Ion Beam Treatment <ul style="list-style-type: none"> implantation amorphization 	Tool-Assisted Material Removal <ul style="list-style-type: none"> chemical-mechanical polishing chipping drilling milling sand blasting
Assembly <ul style="list-style-type: none"> wafer bonding surface mount technology wiring and bonding methods 	Mechanical Modification <ul style="list-style-type: none"> plastic forming and shaping scanning probe manipulation 	

1.1. Obleas: tratamientos y recubrimientos

- Obleas
- Recubrimientos
- Dopados (difusión/implantación) y recocidos

OBLEAS:

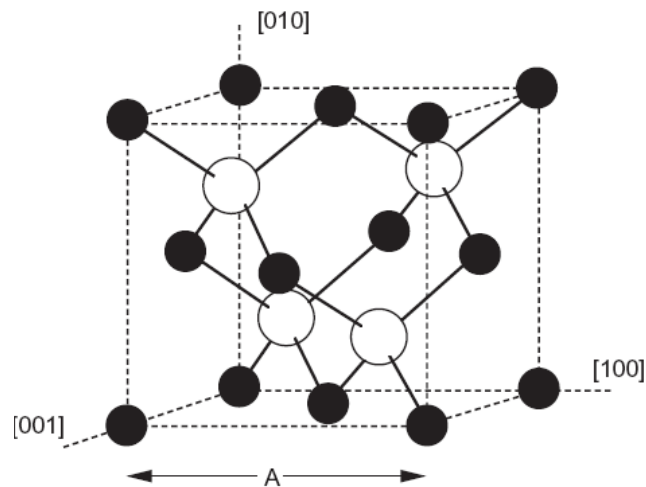
definición



MATERIALES CRISTALINOS

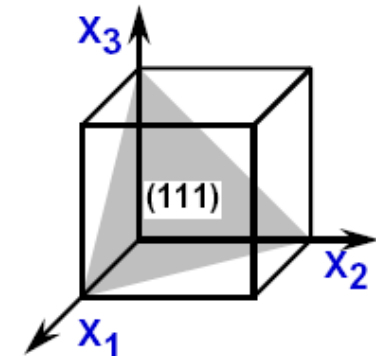
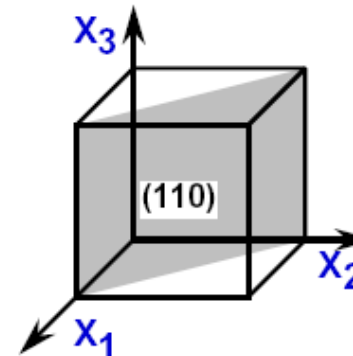
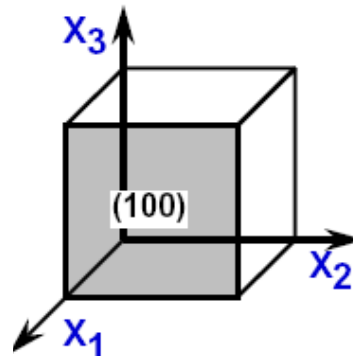
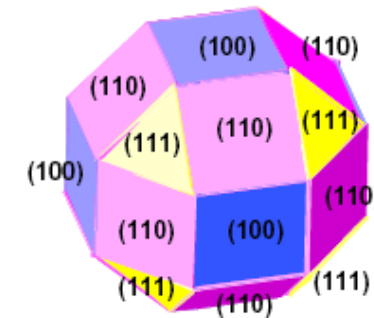
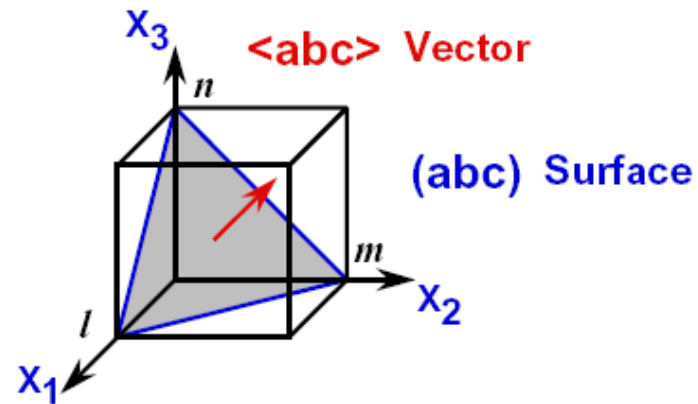
Estructura diamante (IV: C, Si, Ge)

Estructura zinc-blenda (III-V: GaAs, InP, InAs)



$$N = (1 \mid l, 1 \mid m, 1 \mid n) = (a, b, c)$$

LCM

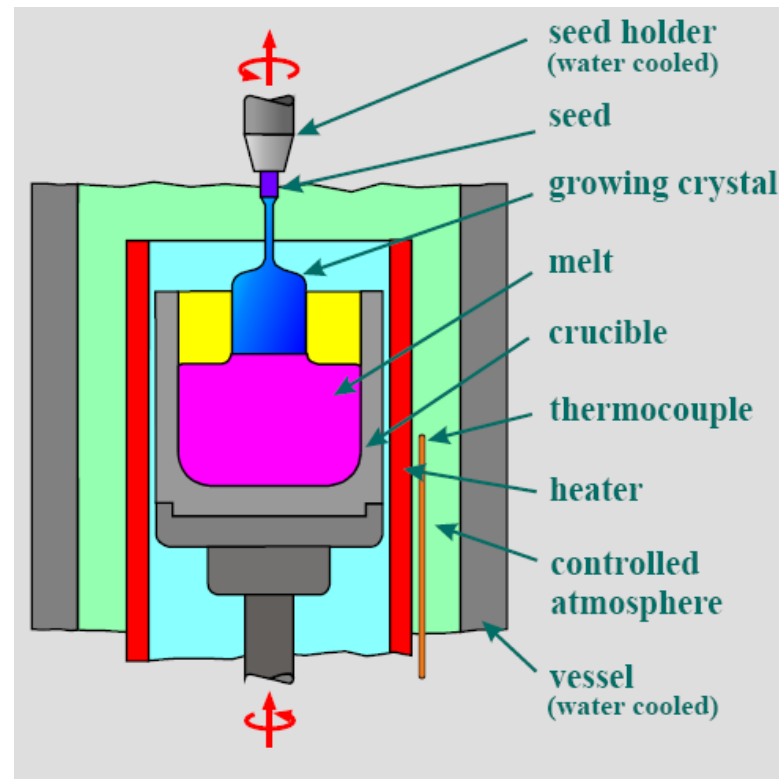


OBLEAS:

crecimiento



El material base hay que obtenerlo por métodos de crecimiento en volumen



1. Melting of the starting material
2. Seeding
3. Necking
4. Shouldering
5. Equal diameter growth

Crystals grown:

Si, Ge, Sn, Bi, Au, AlSb, InSb, GaSb, CsJ, Kbr, CaF₂, BaF₂, NaCl, Li₃N, Al-Pd-Mn etc.

Método de Czochralski

LEC / VGF

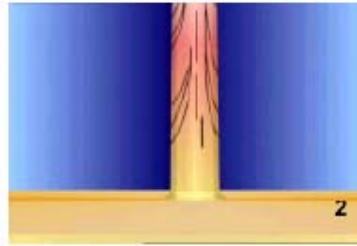
Diameter	150 mm	100 mm
Weight of charged material	40 – 50 kg	20 – 25 kg
Crucible	400-mm diam. pBN	280-mm diam. pBN
Growth rate	8 mm/hr	8 mm/hr
Pressure	1 Mpa, Ar (CO controlled)	1 Mpa, Ar (CO controlled)
Crystal length	300 – 350 mm	350 – 400 mm

OBLEAS:

preparación



Heat up to liquid silicon



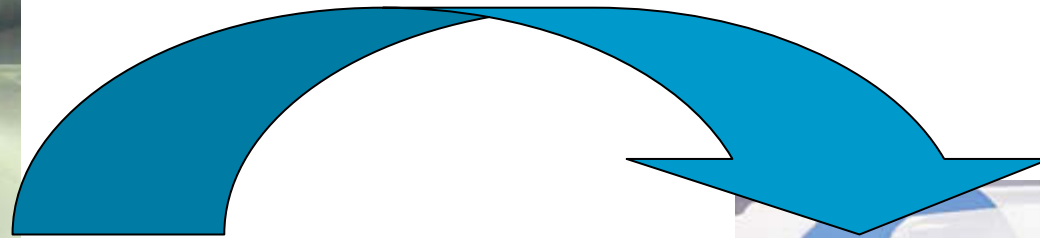
Crystal neck pulling



Increasing diameter

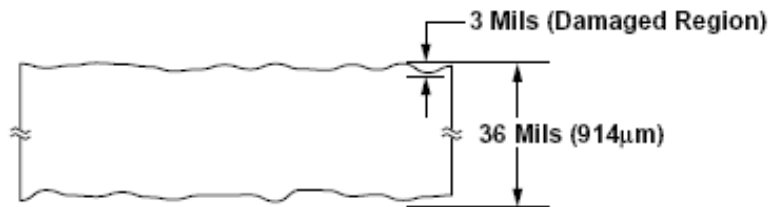


Crystal pulling

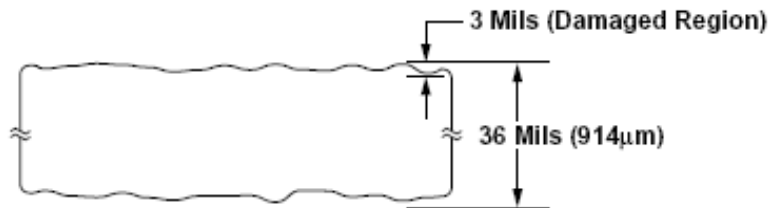


OBLEAS:

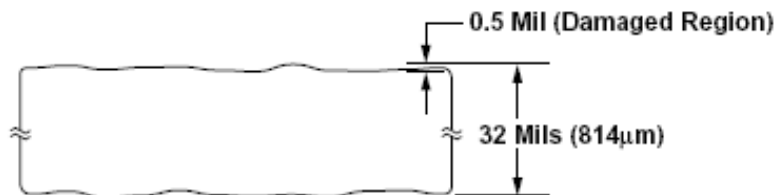
preparación



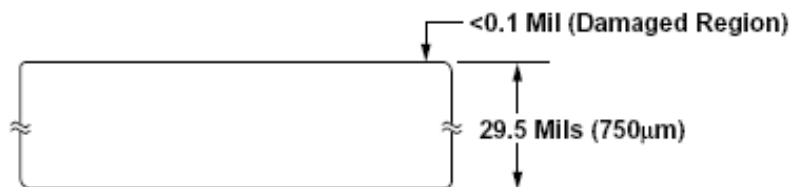
Sawed Slice



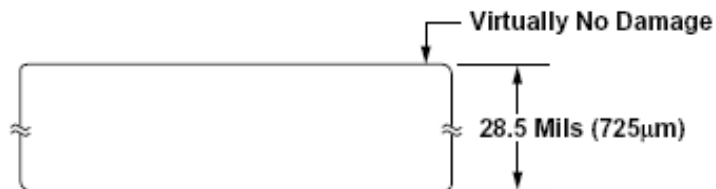
Wafer After
Edge Rounding
(See Profile
Template)



Lapped Slice



Etched Slice



Polished Slice

- **CORTE DE OBLEAS (SAWING)**

Sierra fina diamante (disco/anular)

- **REDONDEADO Y DESBASTADO**

(surface GRINDING)

Herramienta

- **PULIDO GRUESO (LAPPING)**

Polvo abrasivo 10-15 µm

- **ATAQUE QUÍMICO (CHEMICAL ETCHING)**

4:1:3 HNO₃:HF:CH₃COOH (Si)

- **PULIDO FINO (POLISHING)**

Suspensiones coloidales 0.05- 0.3 µm

LIMPIEZA

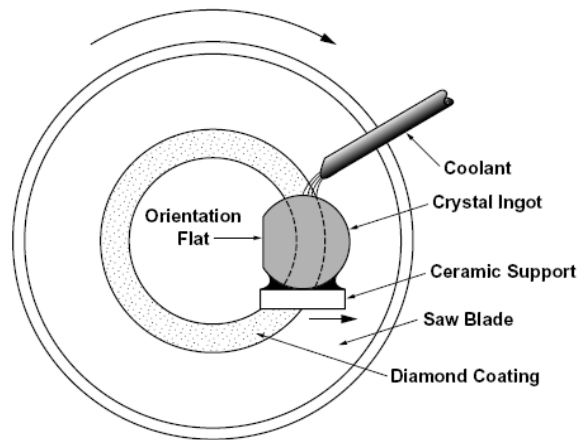
EVALUACION DE DEFECTOS E IMPERFECCIONES SUPERFICIALES

EVALUACION DE PROPIEADES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

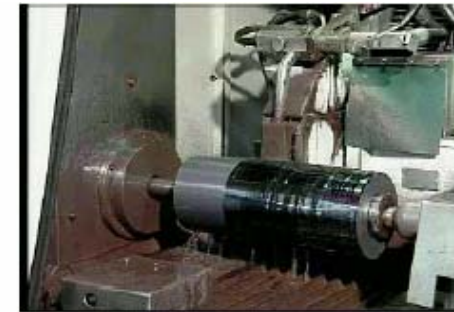
SELLADO-LIMPIO

OBLEAS:

preparación



CORTE

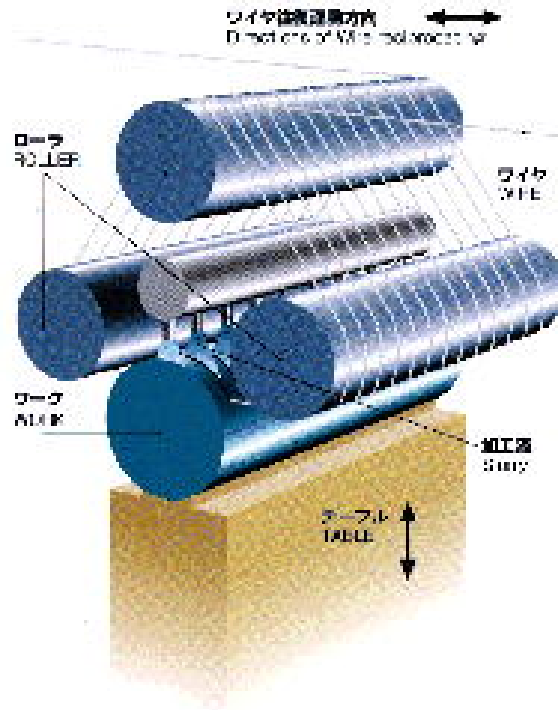


GRINDING

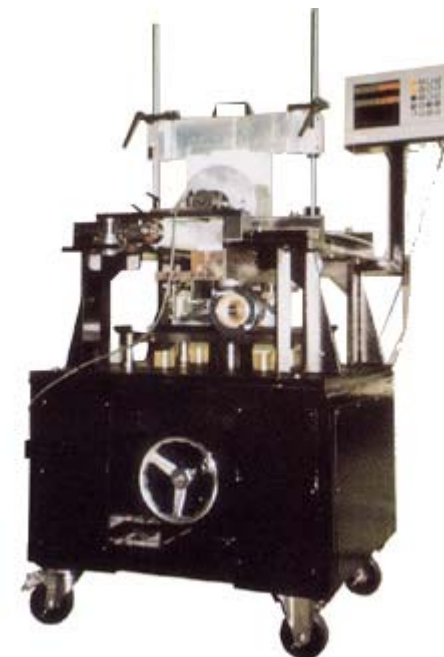
Sierra disco

Torno - abrasivo

Sierra hilo

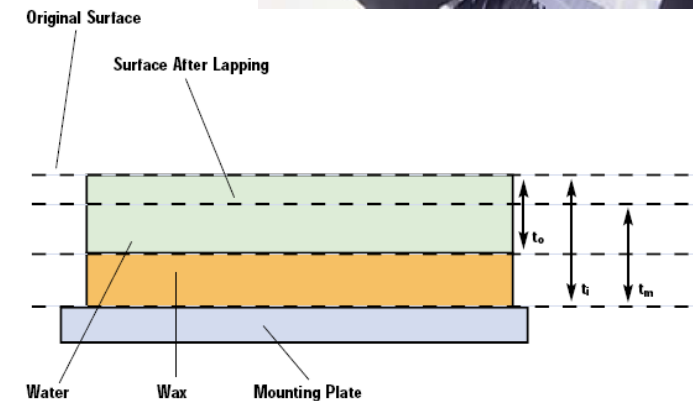
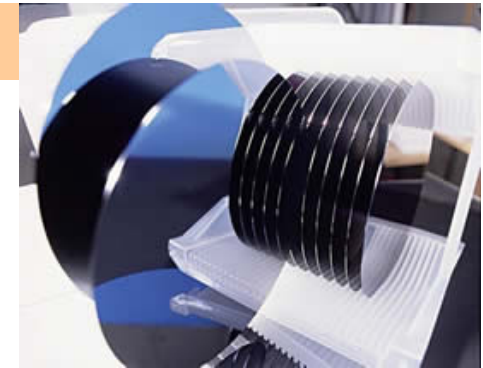


Cristales con orientaciones específicas



OBLEAS:

preparación

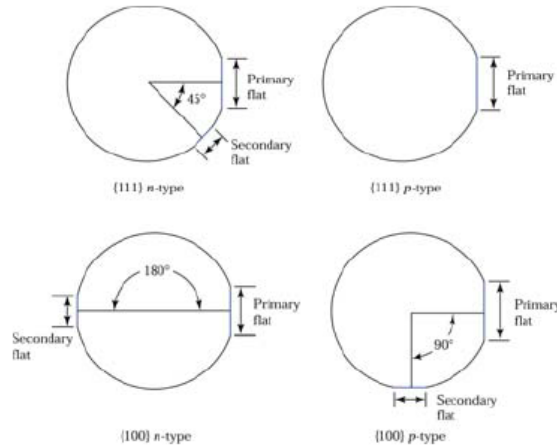


Recipes:

Material	Lapping			
	Plate Type	Abrasive	Plate Speed (rpm)	Rate (um/min)
GaN	Cast Iron	25um diamond powder + 15um Al ₂ O ₃	50	3
Sapphire	Cast Iron	25um diamond powder + 15um Al ₂ O ₃	50	1
InP	Glass	9um Al ₂ O ₃ in 10% Concentration DI	25	4
GaAs	Glass	9um Al ₂ O ₃ in 10% Concentration DI	20	20

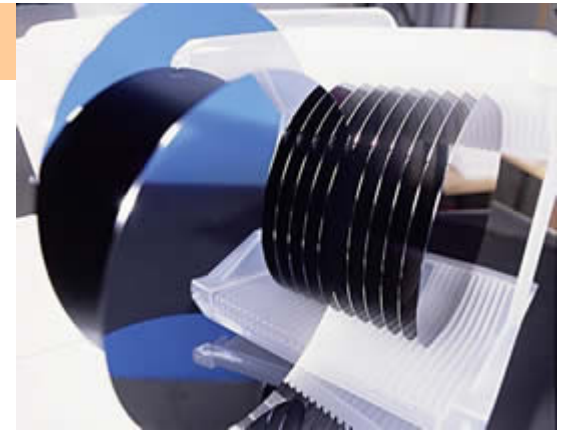
Material	Polishing		
	Plate Type	Abrasive	Plate Speed (rpm)
GaN	Expanded Polyurethane	SF1 Polishing Solution	50
Sapphire	Expanded Polyurethane	SF1 Polishing Solution	50
InP	Chemcloth	Chemlox Polishing Fluid	70
GaAs	Chemcloth	Chemlox Polishing Fluid	70

PREPARACIÓN DE LA OBLEAS



Identificación de las obleas

- (1) Identificador mecánico para etapas de conformado
- (2) Identificación orientación y tipo cond.



- AFM, perfilómetro, rayos X, SEM-TEM
- Medidas eléctricas (Hall)
- Fotoluminiscencia
- Medidas mecánicas

Wafer Inspection	
Platform	Key Applications
Manual Load	Surface defect inspection for transparent and opaque wafers, 2" - 300mm diameter. Detect microscratches, and <math><0.08 \mu\text{m}</math> diameter particles.
Cassette Load	Epi and coating defects, and film uniformity on wafers 2" - 200mm diameter. Particle sensitivity is 0.3 μm .
Manual Load	

Multiple Detectors:

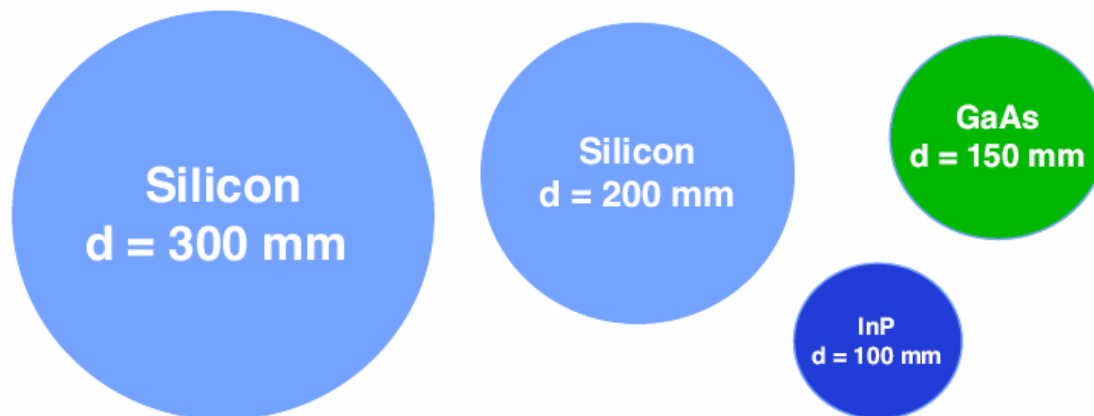
- Specular
- Phase Shift
- Topography
- Kerr Effect

Multi-channel detector

- Phase shift
- Specular
- Kerr effect

OBLEAS: DEFINICIÓN Y REQUERIMIENTOS

OBLEA	GaAs	GaP	GaSb	InAs	InP	InSb
Diámetro	2" - 6"	2"	2"	2"	2"	2"
Espesor (μm)	350 ~ 675	500	500	500	400	500
Tipo conductividad	Tipo P o N					
Orientación	<100> , <111>					
Des-orientación	From 2° to 10° off					
Acabado de la superficie	Pulido en 1 – 2 caras					



- Aislante o semi-aislante.
- Alta uniformidad de los parámetros eléctricos.
- Calidad de superficie excelente para crecimiento epitaxial.
- Otras especificaciones bajo encargo.

OBLEAS: DEFINICIÓN Y REQUERIMIENTOS

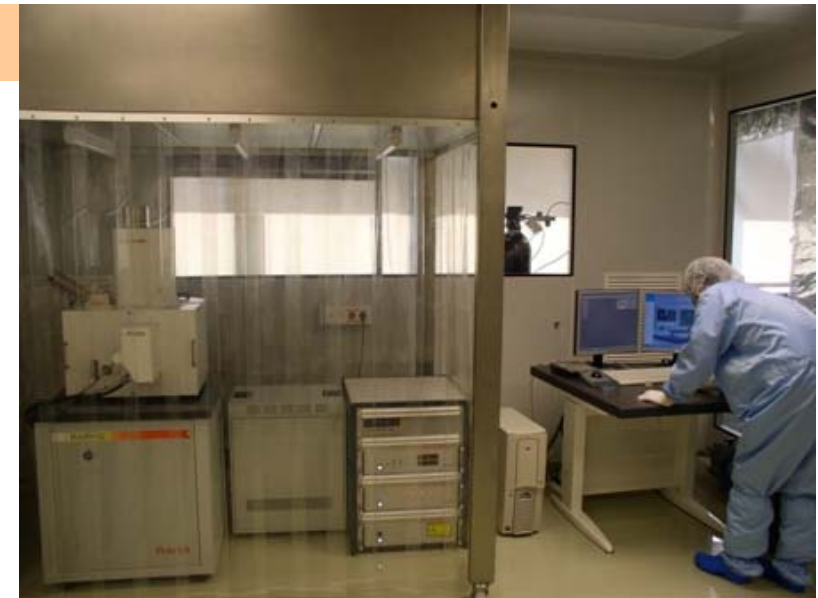
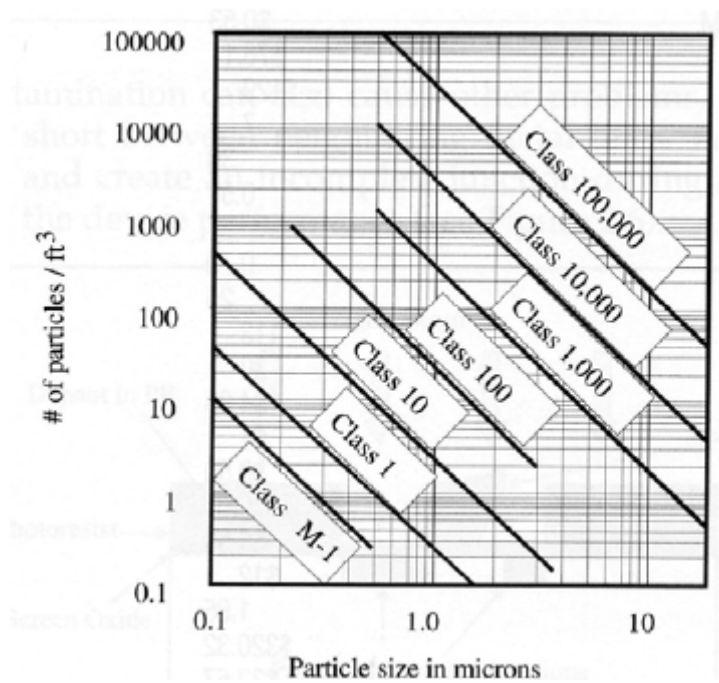
Growth Method	Dia.	Type	Dopant	Orientation	Resistivity	Thickness	Surface	Grade
LEC	76.2	N	Si	(100)	<1.0	600-650	P/E	EPI
LEC	76.2	N	Te	(100)	<1.0	475-525	P/E	EPI
VGF	76.2	N	Te	(100)	<1.0	450-550	P/E	TEST
VGF	76.2	N	Te	(100)	<1.0	450-550	P/E	TEST
VGF	76.2	SI	UNDOPED	(100)	2E4	3150-3250	P/E	EPI
LEC	76.2	SI	UNDOPED	(100)	(1-4)E7	475-525	P/E	EPI
VGF	76.2	SI	UNDOPED	(100)	2E4	3150-3250	P/E	EPI
VGF	76.2	SI	UNDOPED	(100) off 2° <110>	1E8	590-610	P/E	EPI
VGF	76.2	SI	UNDOPED	(100) off 2° <110>	1E8	590-610	P/E	EPI

GaAs

InP

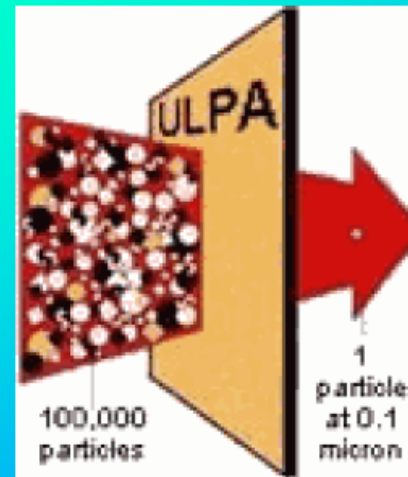
Dopant	Type Conduct.	Diameter [mm]	EPD: [cm ⁻²]	Carrier Concentr. [cm ⁻³]	Mobility [cm ² /Vs]	Orientation	Resistivity [Ohmcm]
undoped	N	2"		1*10 ¹⁶ -5*10 ¹⁷		(100),(111)	
S (gradeA)	N	2"	<1000	5-8*10 ¹⁸		(100),(111)	
S (gradeB)	N	2"	<5000	5-8*10 ¹⁸		(100),(111)	
Sn	N	2"		2*10 ¹⁷ -1*10 ¹⁹		(100),(111)	
Zn	P	2"	<100	3-5*10 ¹⁸	60-80	(100),(111)	
Fe	SI	2"	<5*10 ⁴		>2*10 ³	(100),(111)	>10 ⁷

LIMPIEZA DE LA OBLEA



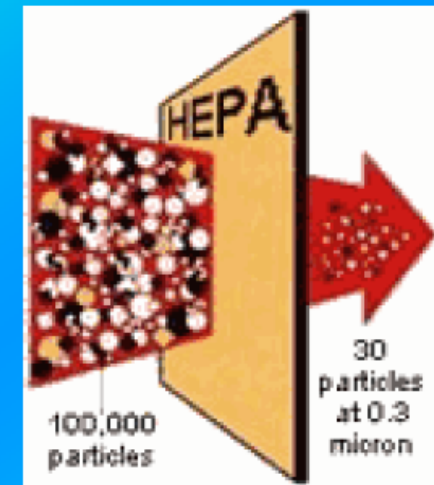
SALA LIMPIA

Filtros Absolutos



ULPA
(Ultra Low Penetrating Air)

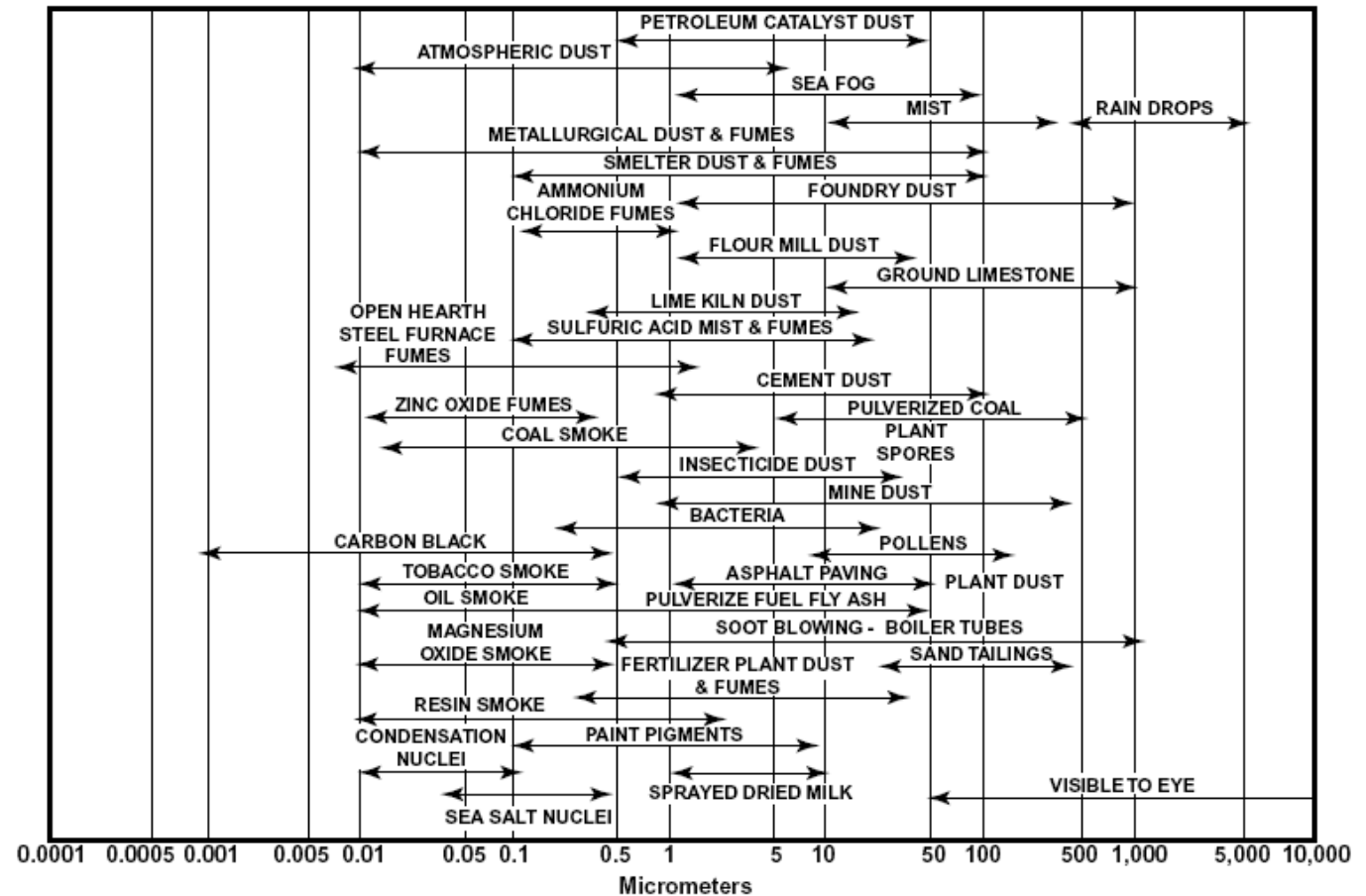
99,999%



HEPA
(High Efficiency Particulate Air)

99,97%

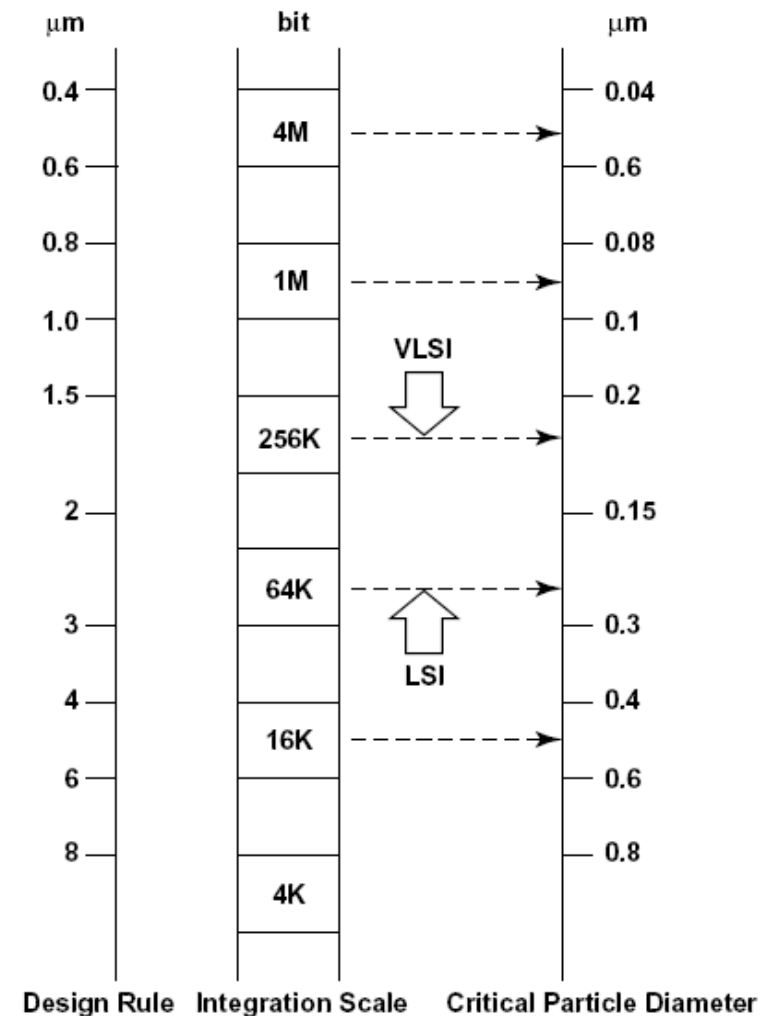
LIMPIEZA DE LA OBLEA



- Diferente naturaleza contaminación (todo lo que no debería estar).
- Si las de menor tamaño superan el 10% se considera “crítico”.
- Limpieza después de cierta etapa de procesado y antes de otra cierta etapa de procesado. Particularmente será necesario antes de utilizarla a temperaturas elevadas.
- Es particularmente crítico en microelectrónica y, evidentemente, en nuestra actual nanotecnología.

OBJETIVOS

1. Prevenir o enmascarar la introducción de dopantes por difusión o implantación.
2. Disminuir o impedir la adherencia de las capas depositadas.
3. Causar reacciones químicas no deseadas.
5. Alterar la estructura cristalina del substrato y, por tanto, sus parámetros ópticos y eléctricos.
- the silicon crystal structure
6. Conducir a inestabilidades de los parámetros eléctricos a largo plazo.
7. En fin, causar degradación o deterioros irreversible.



LIMPIEZA DE LA OBLEA

Se han evaluado muchos procesos en Si.

Se pueden dividir en **dos categorías**:

- Antes de
- Después de **una metalización**

El proceso seleccionado debe hacer desaparecer una cierta variedad de contaminantes y no llevarse nada de la superficie como resultado de una reacción química.

Dos tipos:

- Proceso RCA (H_2O_2 como solución).
- Piraña (Sulfúrico/Peroxido).

RCA TYPE CLEANING	SULFURIC ACID/PEROXIDE CLEANING (PIRANHA) (see note below)																
6:1:1 of H_2O ; 30 W/W% H_2O_2 ; and 29 W/W% NH_4OH (as NH_3) followed by a mixture of 6:1:1 of H_2O ; 30 W/W% H_2O_2 ; and 37% HCl. Keep both mixtures at 75° - 80°C for 15 minutes. UPDI rinse to 15 meg-ohm; spin/rinse/dry.	<p style="text-align: center;">CLEAN A</p> <table> <tr> <td>H_2SO_4/H_2O_2 clean</td> <td>10 minutes</td> </tr> <tr> <td>UPDI/quick dump rinse</td> <td>to specified resistivity</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>50:1 etch ($H_2O:HF$)</td> <td>60 seconds</td> </tr> <tr> <td>UPDI/quick dump rinse</td> <td>to specified resistivity</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">UPDI rinse to 15 meg-ohm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Spin/rinse/dry</td> </tr> </table>	H_2SO_4/H_2O_2 clean	10 minutes	UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity			50:1 etch ($H_2O:HF$)	60 seconds	UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity			UPDI rinse to 15 meg-ohm		Spin/rinse/dry	
	H_2SO_4/H_2O_2 clean	10 minutes															
UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity																
50:1 etch ($H_2O:HF$)	60 seconds																
UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity																
UPDI rinse to 15 meg-ohm																	
Spin/rinse/dry																	
	<p style="text-align: center;">CLEAN B</p> <table> <tr> <td>H_2SO_4/Ammonium persulfate</td> <td>10 minutes</td> </tr> <tr> <td>UPDI/quick dump rinse</td> <td>to specified resistivity</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>50:1 etch ($H_2O:HF$)</td> <td>60 seconds</td> </tr> <tr> <td>UPDI/quick dump rinse</td> <td>to specified resistivity</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">UPDI rinse to 15 meg-ohm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Spin/rinse/dry</td> </tr> </table>	H_2SO_4 /Ammonium persulfate	10 minutes	UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity			50:1 etch ($H_2O:HF$)	60 seconds	UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity			UPDI rinse to 15 meg-ohm		Spin/rinse/dry	
H_2SO_4 /Ammonium persulfate	10 minutes																
UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity																
50:1 etch ($H_2O:HF$)	60 seconds																
UPDI/quick dump rinse	to specified resistivity																
UPDI rinse to 15 meg-ohm																	
Spin/rinse/dry																	

Note: Stabilize H_2SO_4 acid at 80°C before adding H_2O_2 . Add H_2O_2 to make a 4:1 ($H_2SO_4:H_2O_2$) solution. Solution temperature will rise to approximately 180°C after adding H_2O_2 .

El proceso RCA (antes de pasos de alta T) se desarrolla en dos pasos:

(SC-1) Mezcla 1:1:5 $H_2O_2:NH_4OH:aguaDI$ (80 °C, 10-15 min).

(SC-2) Mezcla 1:1:6 $H_2O_2:HCl:aguaDI$ (80 °C, 10-15 min).

El proceso piraña (Mezcla 4:1 $H_2SO_4-H_2O_2$, 80 – 100 °C, 10-15 min) se utiliza típicamente para eliminar de la superficie de la oblea las resinas utilizadas en litografía.

Como son dos agentes fuertemente oxidantes, al mezclarlos se produce una reacción exotérmica que, a su vez, calienta la solución hasta 150 – 180 °C, lo que ayuda al proceso de limpieza.

Después de los procesos siempre lavado en aguaDI.