

*Scopo della lezione:*

*Presentare una rassegna delle principali tecniche adottate per il trattamento dei materiali semiconduttori in vista della loro applicazione in microtecnologia*

*In particolare:*

- *Tecniche di zone refining*
- *Processi di crescita di monocristalli*
- *Processi di crescita di tipo Czochralski*
- *Processi di crescita di tipo float zone*
- *Processi di crescita epitassiale*
- *Tecniche di etching chimico*

*Il Materiale piu' usato in microelettronica e' il Silicio*

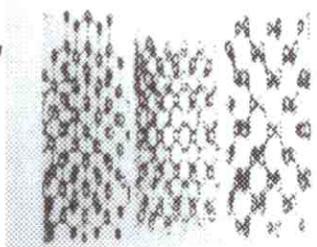
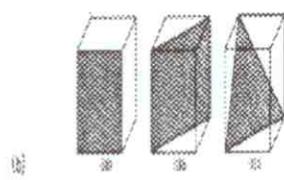
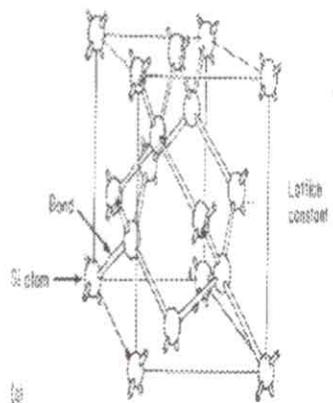
*Principali*

*problemi tecnologici:*

- **PUREZZA**
- **CRISTALLINITA'**

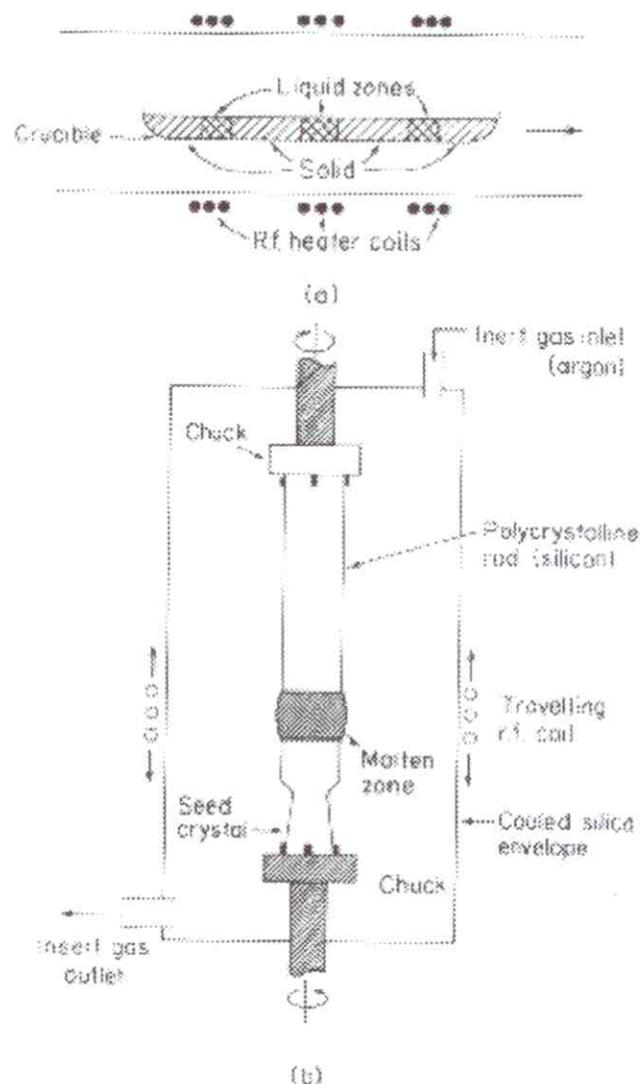
*Altri materiali usati:*

*Germanio, composti binari (Arseniuro di Gallio) composti ternari (AlGaAs), composti quaternari.*

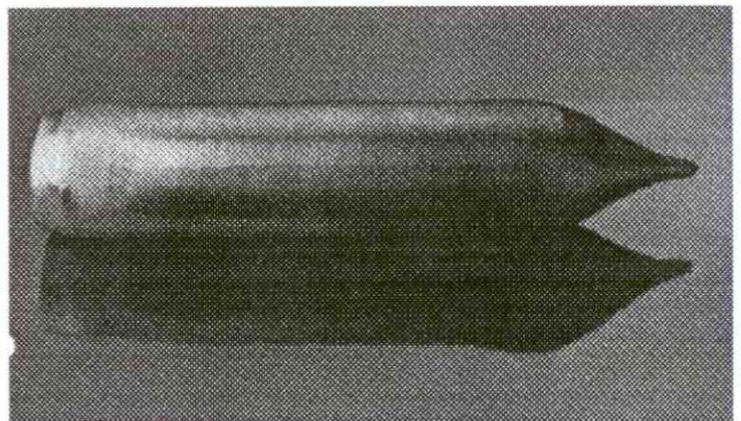
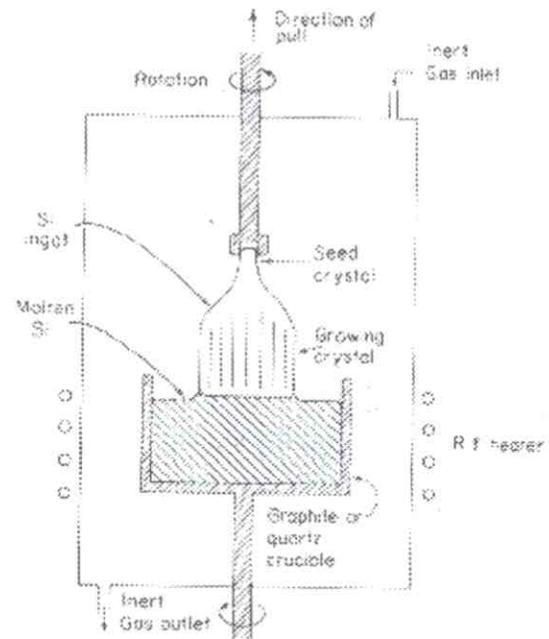


*Ci sono vari metodi per ottenere la purificazione da impurita'. I piu' usati sono:*

- **zone refining:** basata sul fatto che le impurita' si concentrano nella fase liquida.
- **floating zone method:** si evita la contaminazione da parte del contenitore.



- *I metodi per realizzare un monocristallo sono tutti basati sull'idea di far crescere il materiale (allo stato liquido o addirittura di vapore) intorno ad un cristallo perfetto che faccia da "seme", costringendo gli atomi che man mano si aggiungono al "seme" a disporsi secondo l'ordine cristallino di questo.*



- *Float Zone Process:*  
Estensione della  
tecnica di zone  
refining.

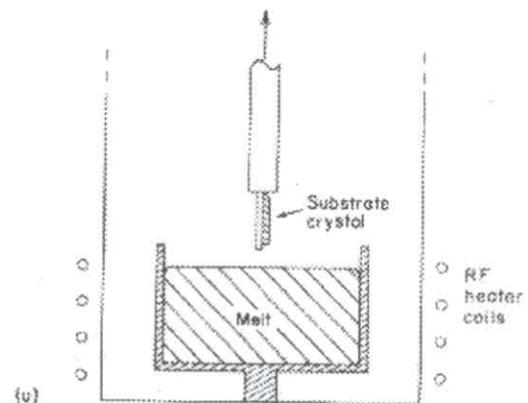
Assenza di contenitore

➔ *Minori occasioni  
di contaminazione*

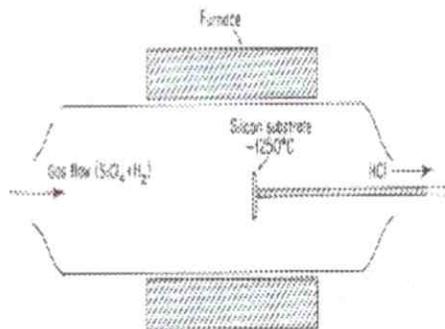
- *Crescita Epitassiale:*  
Deposizione strato  
per strato del  
materiale di cui si  
vuole ottenere un  
cristallo su una  
superficie cristallina  
dello stesso  
materiale.

(Epitassiale =  
stesso ordine del  
materiale  
sottostante.)

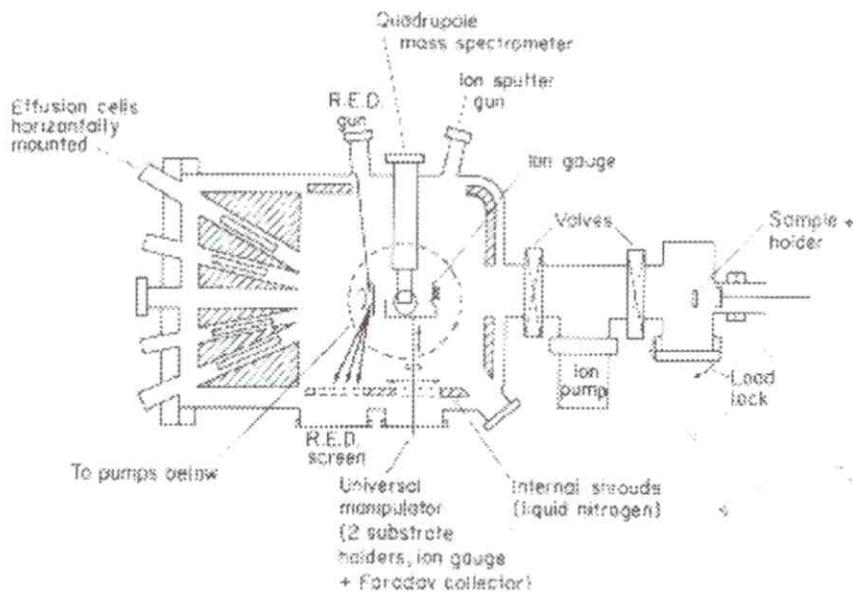
- *Liquid Phase Epitaxy (LPE)*



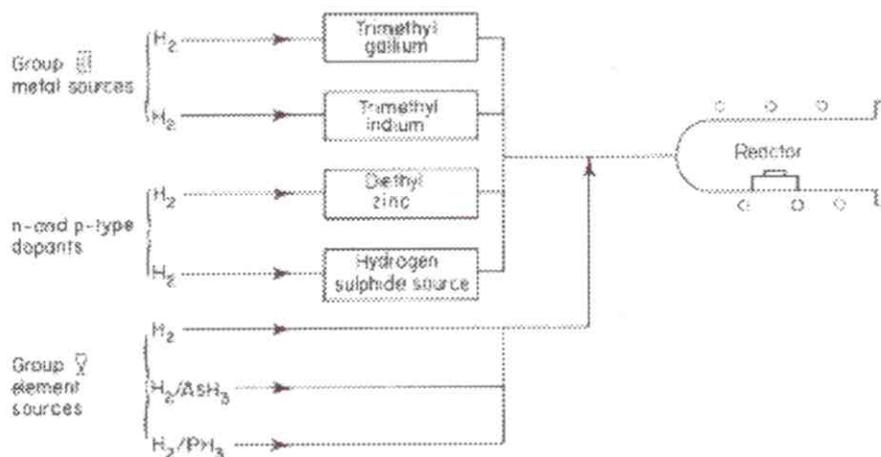
## Vapour Phase Epitaxy (VPE)



## Molecular Beam Epitaxy (MBE)



## Metal Organic Chemical Vapour Deposition (MOCVD)



- Particolarmente usata per i composti
  - Solo il cristallo seme viene mantenuto a temperature elevate ( $\neq$  VPE).

*Come depositare materiali diversi sul silicio?*

- *Chemical Vapour Deposition (CVD) = Tecnica usata per depositare strati isolanti e per polisilicio.*

*Principio base = reazione chimica del materiale ad alta T e deposizione "aiutata" da un agente di trasporto gassoso.*

*Es: Ossido di silicio*

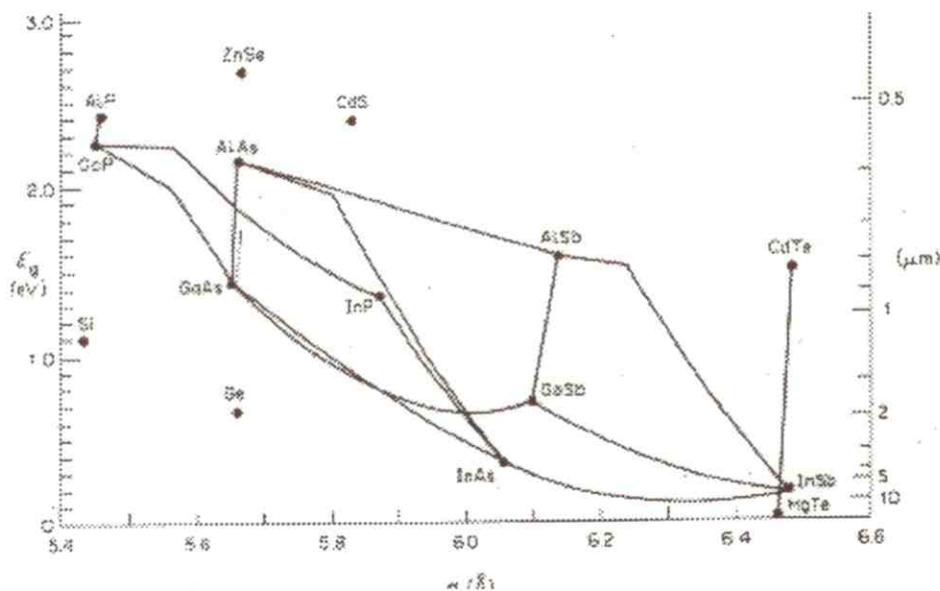


*a 200-500 °C, usando N<sub>2</sub> come gas trasportatore*

- *I film ottenuti sono amorfi o policristallini*
- *Grandissima influenza di pressione e temperatura.*

## Crescita di eterogiunzioni

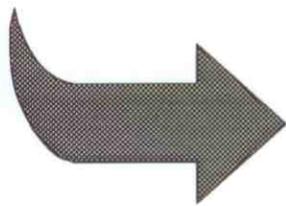
- - Realizzazione di contatti tra materiali semiconduttori diversi allo scopo di realizzare giunzioni con particolari proprietà.
- Necessita' di avere materiali con struttura cristallina simile.



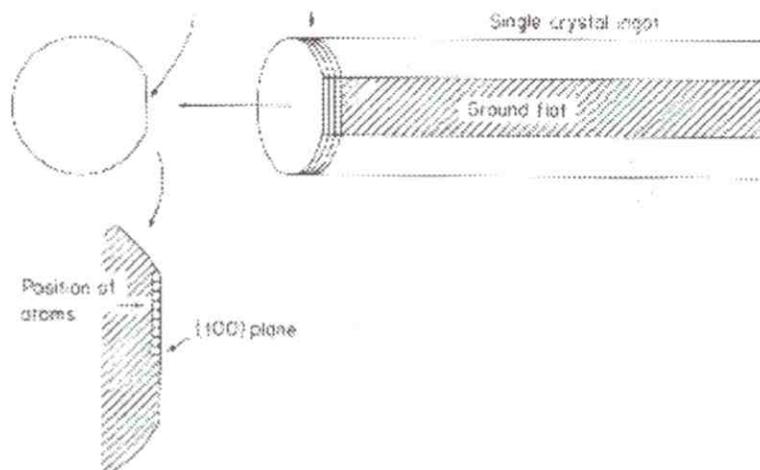
## Plasma deposition

- A basse temperature.
- Specie attiva in fase plasma
- Possibili reazioni a temperatura ambiente.

## MONOCRISTALLO



## FETTE



*Orientazione perpendicolare al piano = orientazione del "seme"*

*Orientazione interna stabilita mediante diffrazione a raggi X.  
Taglio = riferimento geometrico.*

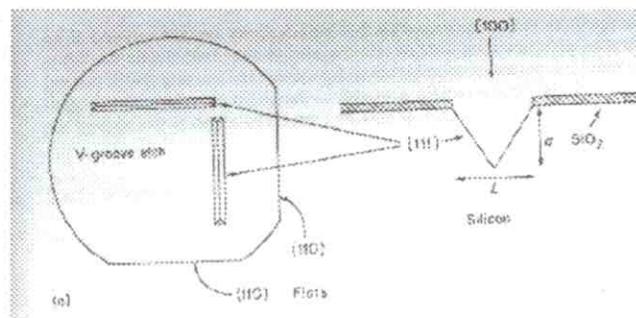
*⇒ fette perfettamente sovrapponibili, ritagliabili contemporaneamente.*

*Ultima fase: polishing e chemical etching per togliere ogni impurita' di lavorazione e rendere le superfici otticamente riflettenti*

Come realizzare delle incisioni sulle superfici ottenute?

- *Chemical Etching = Insieme di tecniche per realizzare delle incisioni nei materiali di partenza, (es. finestre nell'ossido per impiantazioni ioniche).*
- *Corrosione selettiva dei materiali con varie soluzioni chimiche (es. HF o HF/NH<sub>4</sub>F per l'ossido di silicio).*

*Le soluzioni vengono poste a contatto con le superfici da incidere attraverso opportune maschere protettive. E' possibile produrre incisioni di forma prestabilita (anisotropic etching) sfruttando le proprietà dei piani cristallini.*



## Plasma etching

Migliori prestazioni in termini di complessita' delle strutture da incidere. La soluzione "corrosiva" e' in fase plasma e percio' non risente di eventuali problemi di viscosita'

*Ion Beam Etching o Ion Milling = Erosione di una superficie solida tramite un fascio ben collimato di ioni di energia sufficiente a causare il distacco degli atomi superficiali del campione. Produzione di incisioni con pareti perfettamente verticali.*

