

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

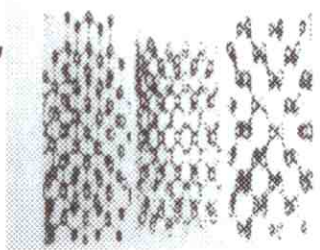
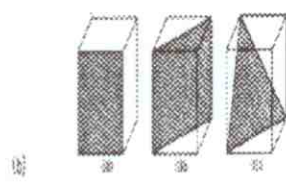
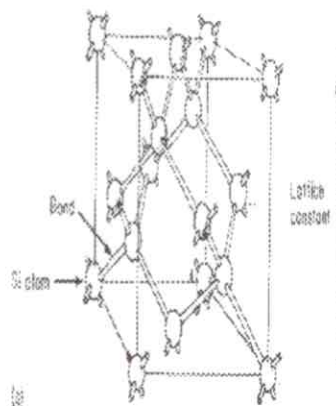
Principali

problemi tecnologici:

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

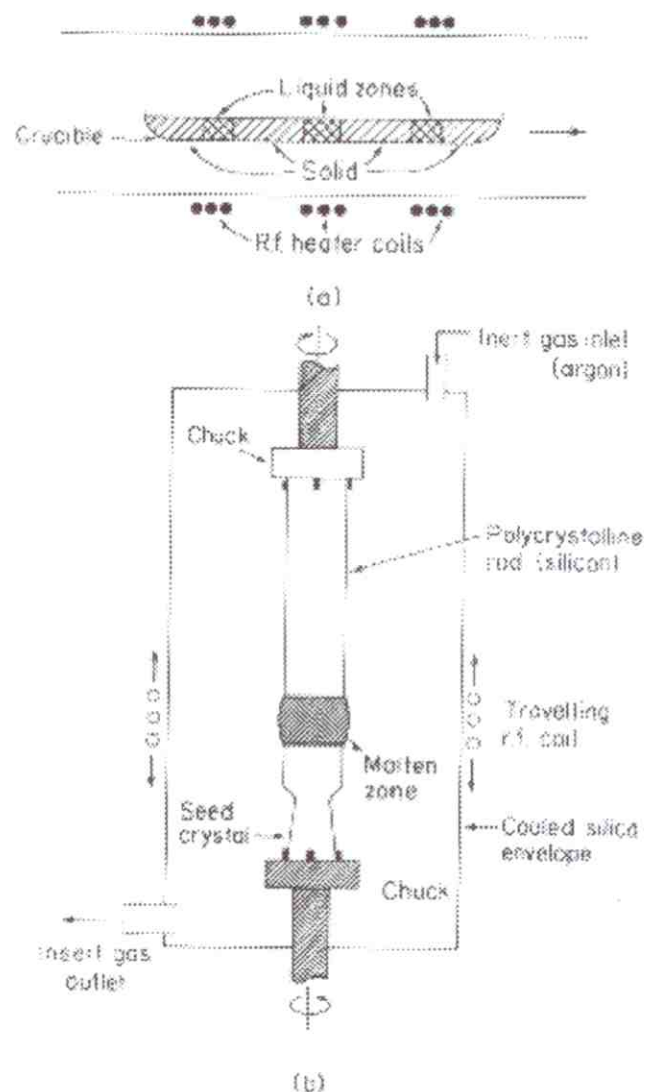
Altri materiali usati:

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

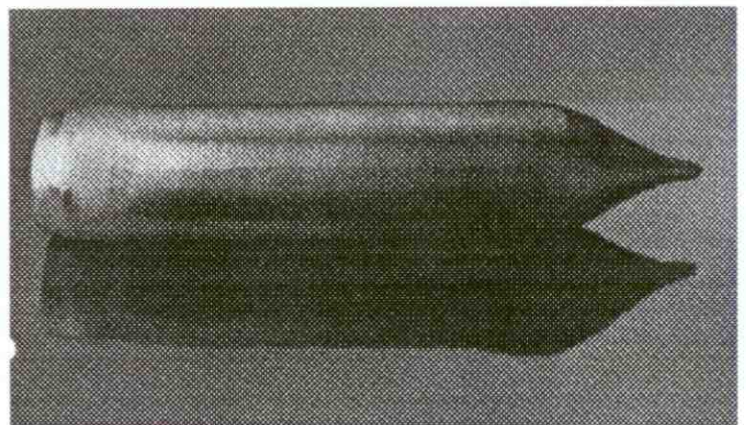
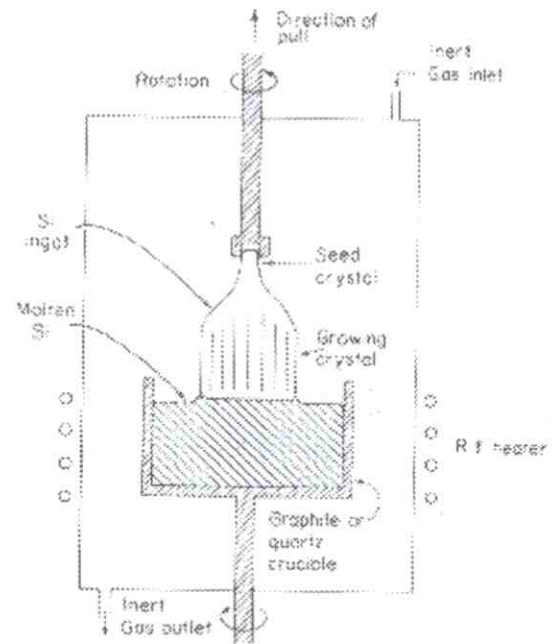


Ci sono vari metodi per ottenere la purificazione da impurita'. I piu' usati sono:

- **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.

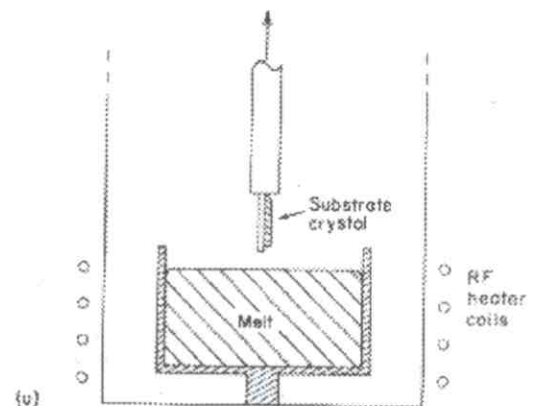
Assenza di contenitore

➔ Minori occasioni di contaminazione

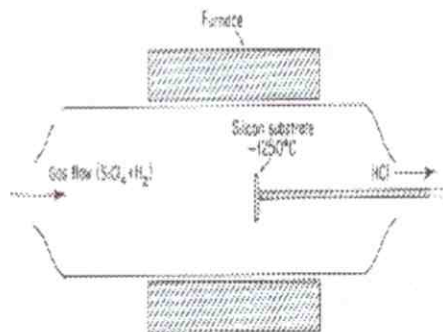
- *Crescita Epitassiale:*
Deposizione strato per strato del materiale di cui si vuole ottenere un cristallo su una superficie cristallina dello stesso materiale.

(Epitassiale = stesso ordine del materiale sottostante.)

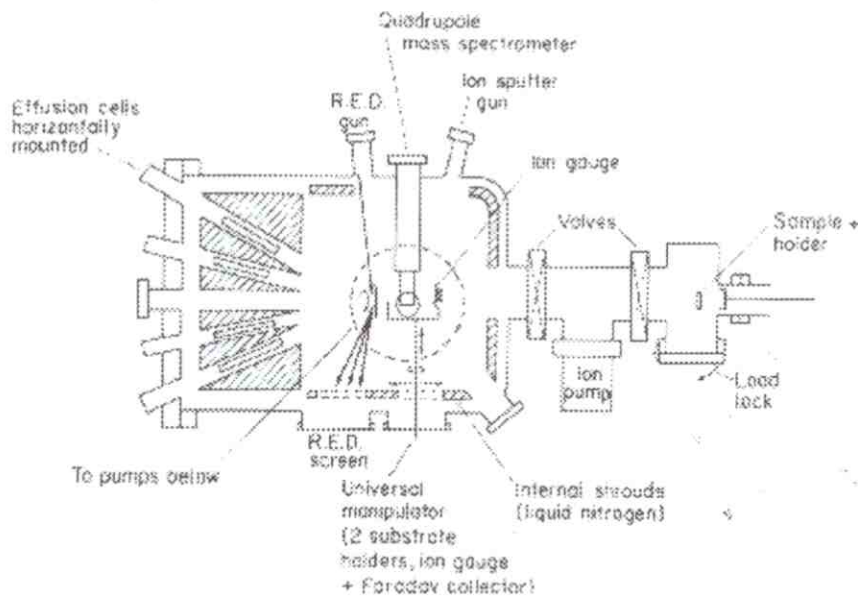
- *Liquid Phase Epitaxy (LPE)*



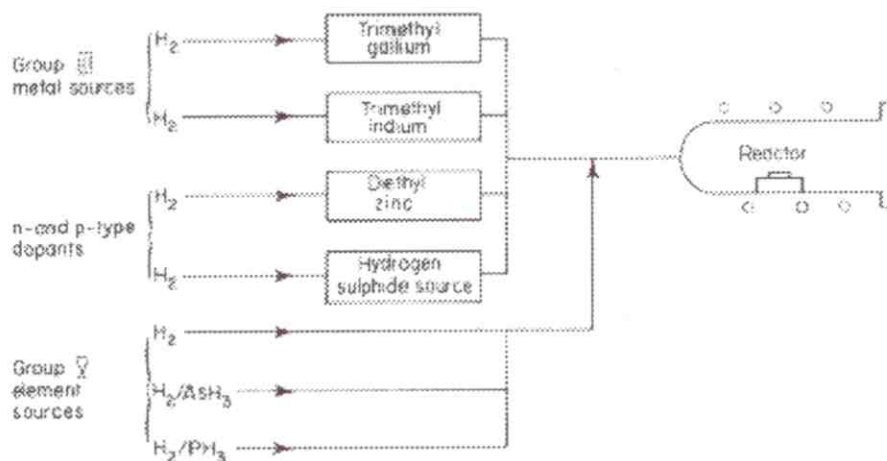
Vapour Phase Epitaxy (VPE)



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



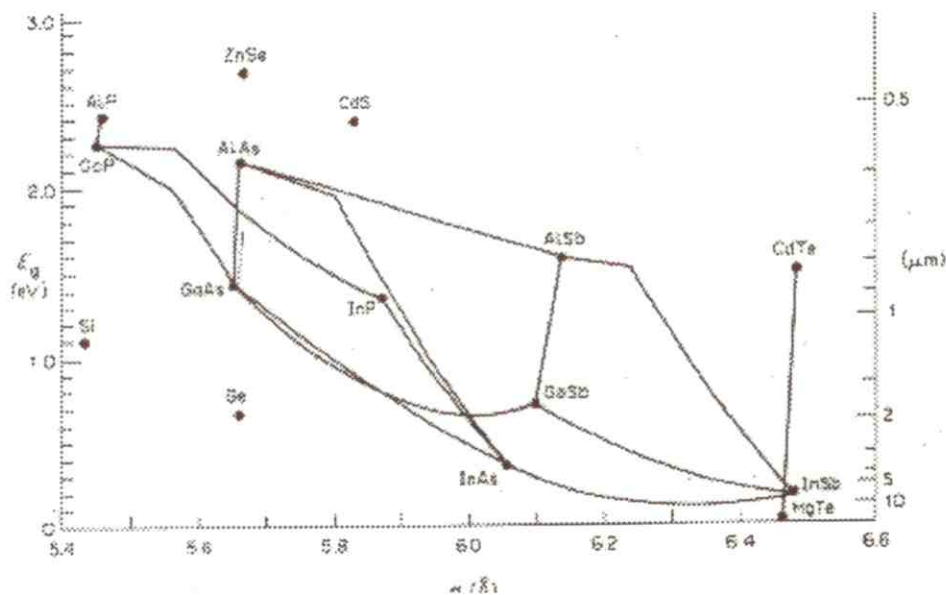
a 200-500 °C, usando N₂ come gas trasportatore

-I film ottenuti sono amorfi o policristallini

- Grandissima influenza di pressione e temperatura.

Crescita di eterogiunzioni

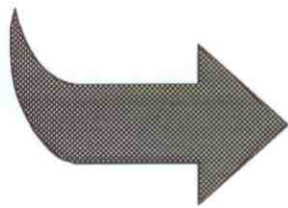
- - Realizzazione di contatti tra materiali semiconduttori diversi allo scopo di realizzare giunzioni con particolari proprietà.
- Necessita' di avere materiali con struttura cristallina simile.



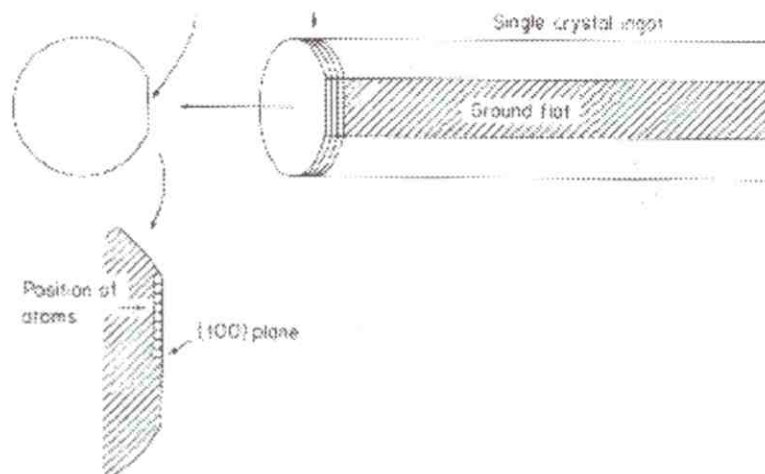
Plasma deposition

- 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.*

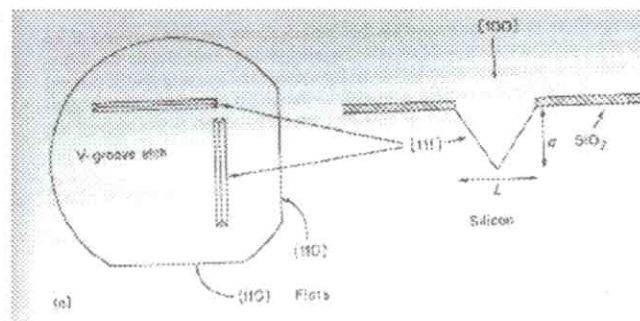
⇒ fette perfettamente sovrapponibili, ritagliabili contemporaneamente.

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/NH₄F 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.

