

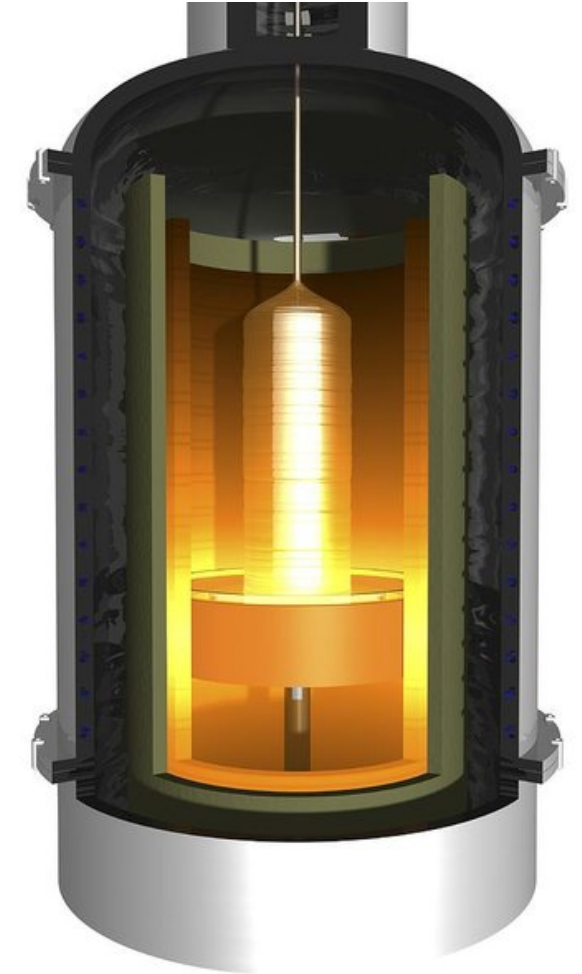
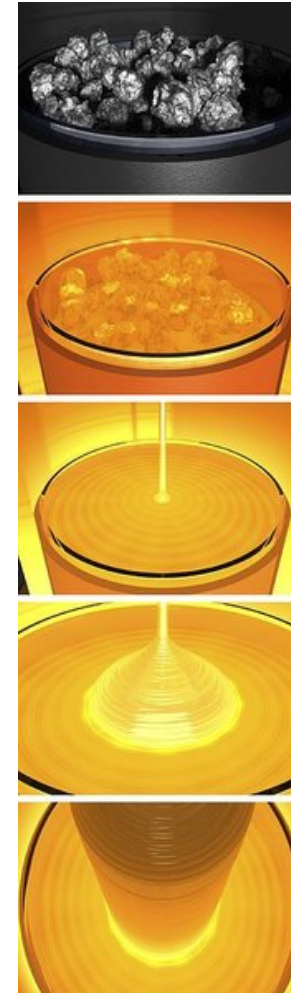
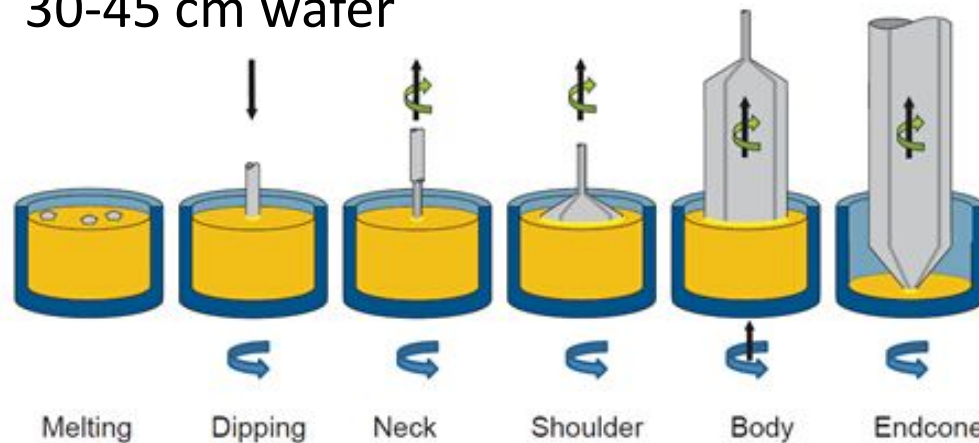
Rivelatori e Apparati

Slides_5 – Fabbricazione sensori

Fabbricazione dei monocristalli di silicio

- Metodo **Czochralski**

- Polisilicio fuso a 1420 C in crogiolo
- Seme <111> purissimo immerso
- Rotazione e estrazione ($\sim 10\mu\text{m}/\text{sec}$)
- Interfaccia solido-liquido forma cristallo
- Purezza ok per CMOS, non per sensori
- Ossigeno 10^{18} cm^{-3} presente irrobustisce
- Aggiunta Boro/Fosforo per creare p,n
- 30-45 cm wafer



Fabbricazione dei monocristalli di silicio

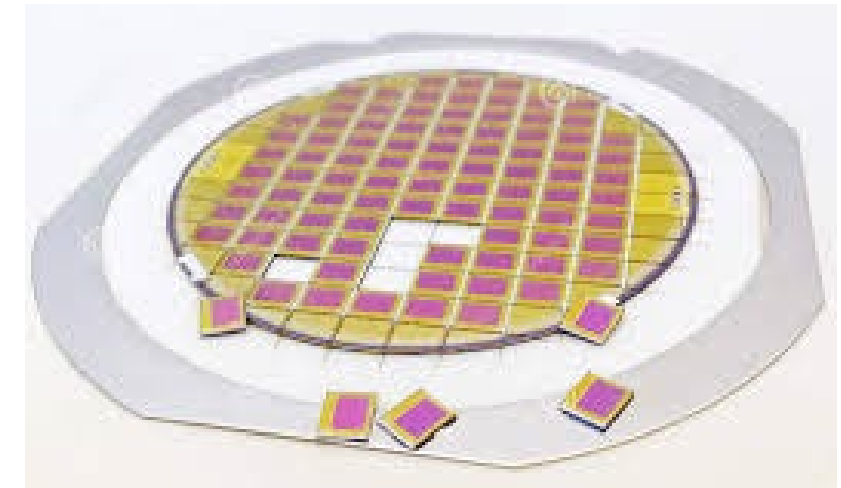
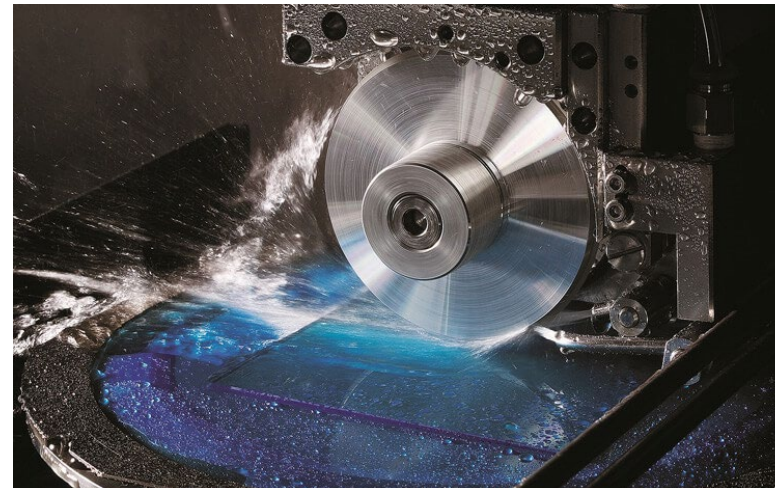
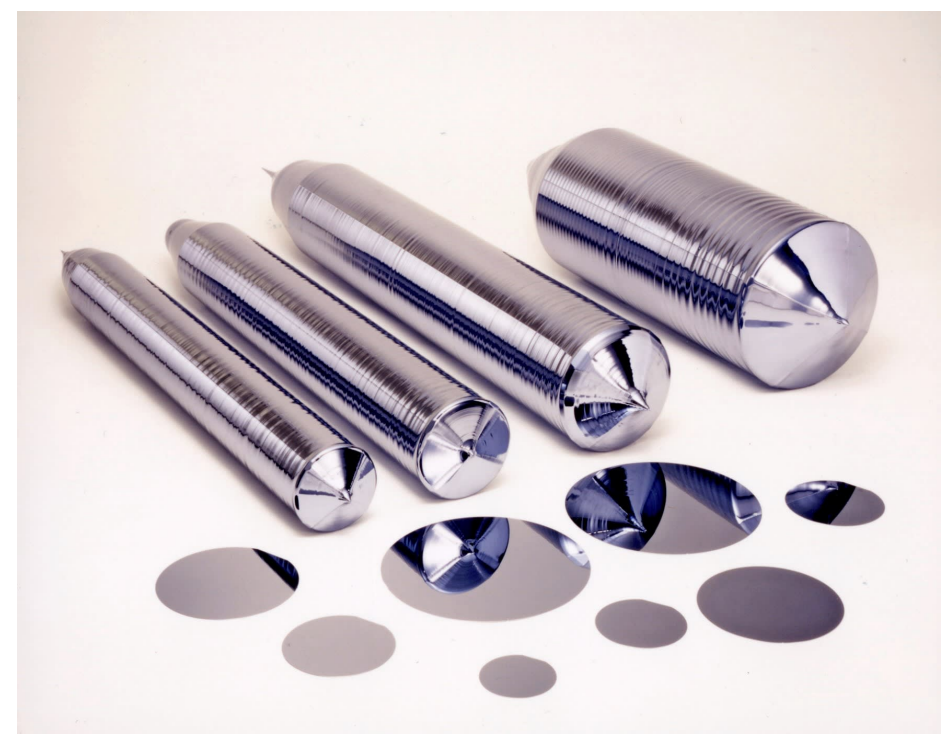
- Metodo **Float-zone**

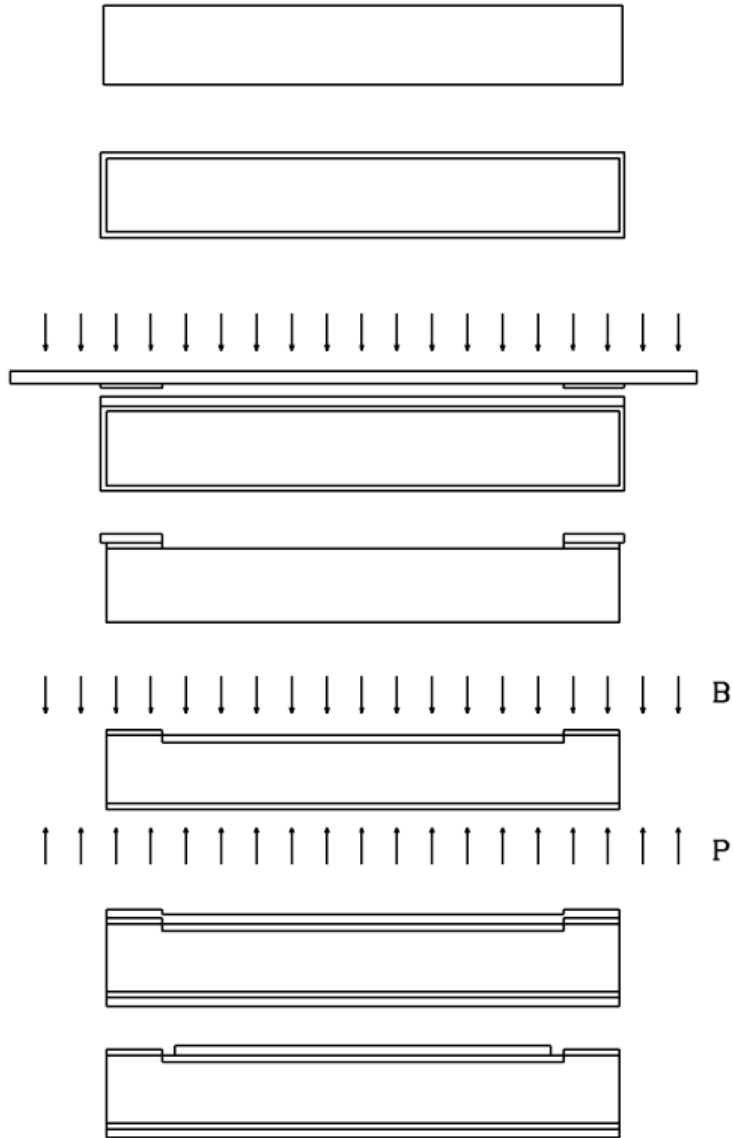
- Cilindro di Polisilicio attraverso bobina
- Strato sottile fuso per induzione RF
- La sezione fusa viene spostata verticalmente e si porta via le impurita (poco solubili nel silicio)
- Purezza molto alta, aggiunta di azoto per irrobustire meccanicamente
- Dimensioni tipiche: 15cm
- Aggiunta Boro/Fosforo per creare p,n
- Resistivita' $5\text{k}\Omega\text{cm}$ (fino a $10\text{-}50\text{ k}\Omega\text{cm}$)



Taglio del wafer

- Cilindro lavorato al tornio per ottenere diametro voluto, e rettificato
- Segato in fette con utensili diamantati
- Rugosita' ridotta (lapping) con paste abrasive
- Si raggiunge uniformita 2um
- Rimozione chimica danni e lucidatura (rugosita' di pochi passi atomici su piccola scala)
- Spessori 200-750um
- Diametro fino a 45 cm
- Assottigliamento e taglio





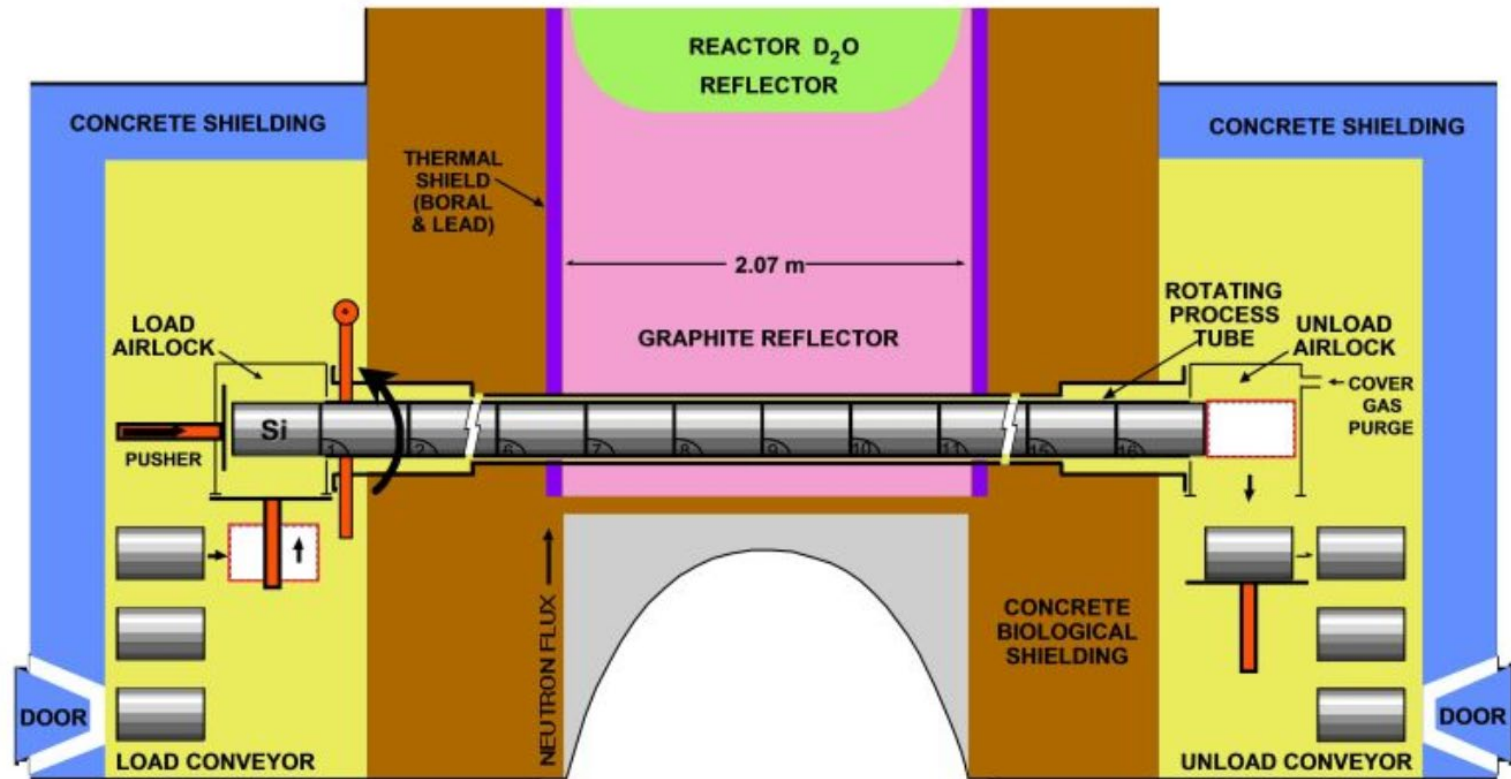
- Wafer lucidato (Si, Ge, GaAs)
- Ossidazione: deposito di vapore o crescita termica di SiO_2
- Fotolitografia:
 - Illuminazione attraverso maschera (positiva o negativa)
 - Su wafer rivestito con Fotoresist (centrifuga per controllo spessore)
- Sviluppo e rimozione chimica della parte (non) illuminata
 - Plasma etching (reagenti gassosi rimossi con frequenze) o wet etching
 - La parte non polimerizzata si dissolve
- Impianto di Boro/Fosforo per drogare p/n
- Deposito di alluminio
 - Per evaporazione o “spruzzamento” (sputtering)
- Rimozione alluminio dove non serve

Metodi di drogaggio del silicio

- Impianto di Boro/Fosforo per drogare p/n
 - Diffusione: wafer esposto a gas di B/P a temperature 1000 C per un certo tempo, gradiente piu' dolce (HV)
 - Impianto ionico: bombardamento dei wafer con ioni droganti agli acceleratori (keV-MeV), fasci piccolo per scan di precisione molto uniformi. Ioni inizialmente inattivi in posizione interstiziale (casuale). Annealing termico successive per muovere gli atomi in posizione legata nel cristallo
 - Trasmutazione neutronica (NTD): vedi prossima slide

Drogaggio a Trasmutazione Neutronica (NTD)

- Irraggiamento di silicio purissimo con flusso di neutroni termici.
- Il neutron termico viene catturato dal ^{30}Si , che ha abbondanza 3% nel Silicio puro
- Grazie all'alto rapporto neutroni/protoni nel ^{31}Si , rilascia un beta convertendo un neutrone in protone
- Il ^{31}Si si converte il ^{31}P , fosforo, drogando il Silicio.



- Risultato: bassa resistività' con grande omogeneità'

Processo planare fabbricazione rivelatore

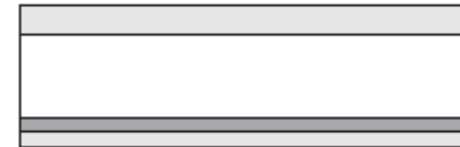
a) DEPOSIT P-DOPED POLY-Si
BACKSIDE CONTACT



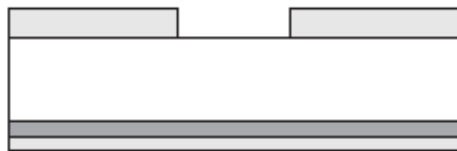
b) BACK CONTACT PROTECTED
BY Si-NITRIDE CAPPING LAYER



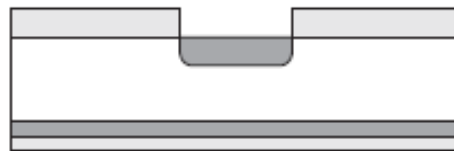
c) THERMAL OXIDATION OF
TOP SURFACE



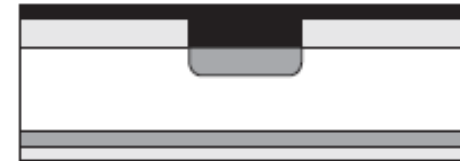
d) OPEN WINDOW FOR p+
ELECTRODE



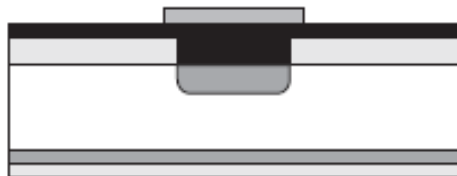
e) B-DOPING TO FORM p+
ELECTRODE



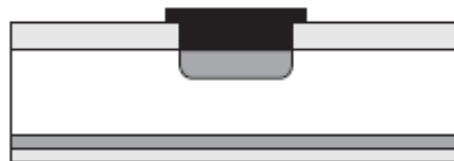
f) ALUMINUM METALLIZATION
FOR FRONT CONTACT



g) PHOTORESIST MASK
FOR FRONT CONTACT



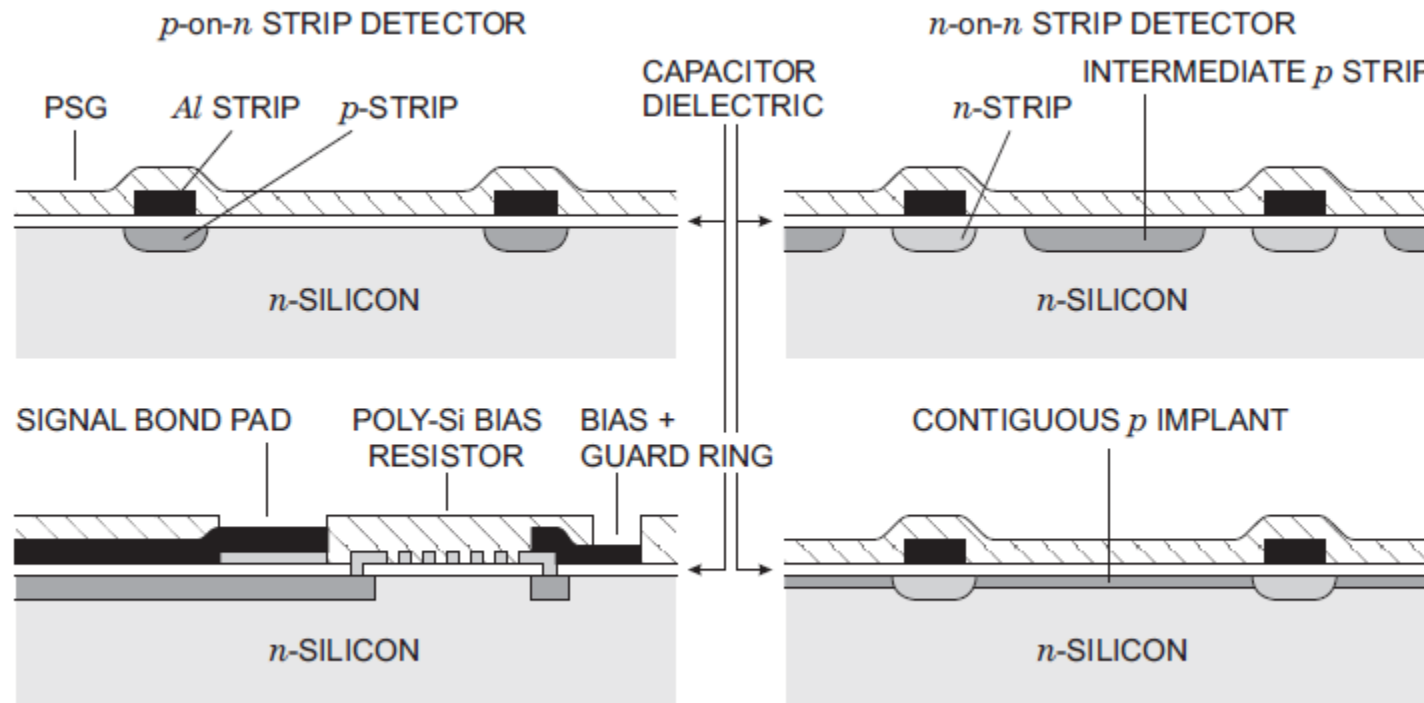
h) ETCH FRONT CONTACT



i) ALUMINUM METALLIZATION
FOR BACK CONTACT



Sezione trasversale Strip detector



Sezione trasversale struttura CMOS

