

Funzione: Dispositivi elettronici/fotonici/magnetici/Array biologici

Parole chiave:

Clean room: ambiente in cui l'area viene mantenuta a valori ben controllati di temperatura e di umidità.
Clean room in classe 100 ha un numero massimo di 3500 particelle per metro cubo (100 particelle per piede cubico)
Il contenuto di polvere è circa 10000 volte più basso di quello dell'aria ordinaria.

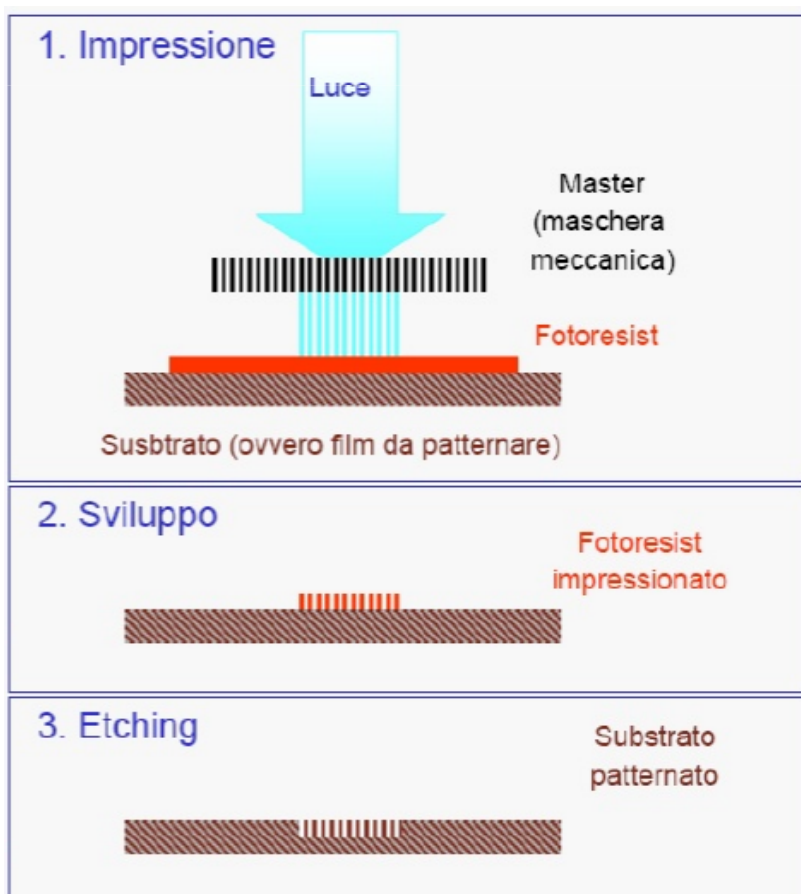
SPIN coating: tecnica di deposizione di uno strato di fotoresist uniforme e sottile (<math><2\mu\text{m}</math>), mediante rotazione del substrato

Etching: attacco chimico o fisico del materiale non voluto
Wet etching: attacco chimico in soluzione
Dry etching: attacco fisico tramite bombardamento di atomi a bassa pressione

Foto-Litografia: Processo usato in **microelettronica** per trasferire disegni (pattern) geometrici su un substrato (silicio, vetro, etc.) per mezzo dell'utilizzo di polimeri sensibili agli ultravioletti (fotoresist) depositati sul substrato
Litografia a fascio elettronico (e-beam) Processo usato in **nanoelettronica** che utilizza un fascio di elettroni al posto dei raggi UV



Foto-litografia



Strumenti:

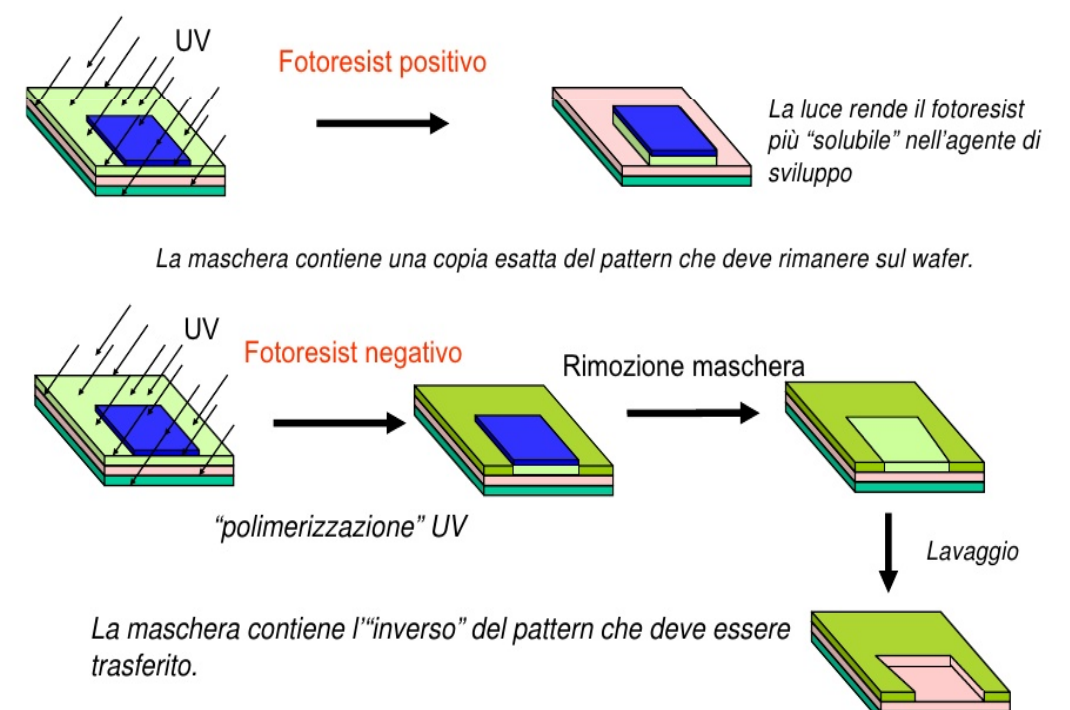
- Sorgente di luce UV (ben collimata)
- Maschera (trasparente/opaca)
- Fotoresist (ben depositato)
- Sviluppo ed etching

Vantaggi della litografia ottica:

- **Flessibilità, semplicità**

La risoluzione spaziale finale dipende :

- **Lunghezza d'onda**
- **Qualità del fotoresist**
- **Processo di etching**

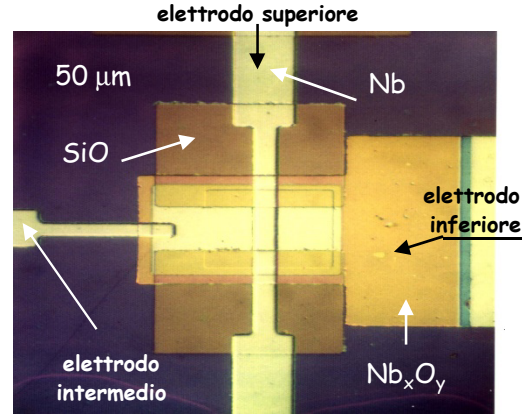


Etch-back: il fotoresist viene applicato sopra lo strato dove deve essere trasferito il pattern e il materiale non necessario viene rimosso tramite etching

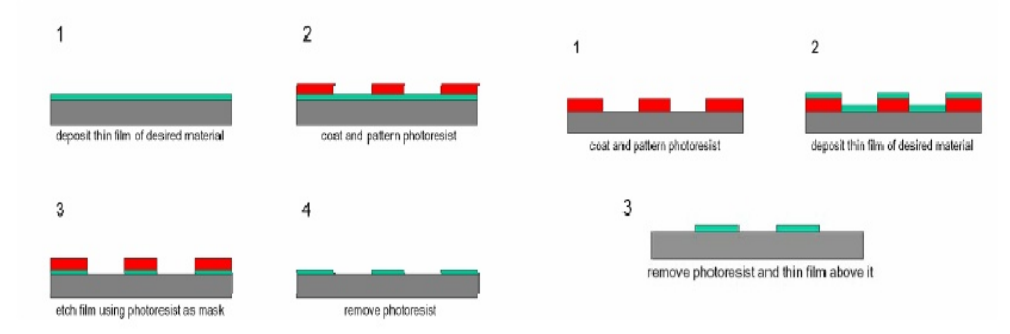
Lift-off: lo strato con il pattern viene depositato sul fotoresist; il materiale non necessario viene asportato quando il resist viene rimosso



Mask aligner: allinea manualmente la maschera al substrato



Dispositivo a 3-terminali costituito da due giunzioni Josephson sovrapposte



Litografia a fascio elettronico

Strumenti:

- Sistema da vuoto
- Scanning electron microscope (SEM)
- Cannone elettronico
- Interfaccia con un Computer (per controllo del fascio elettronico, creazione del pattern, allineamento etc.)

Vantaggi

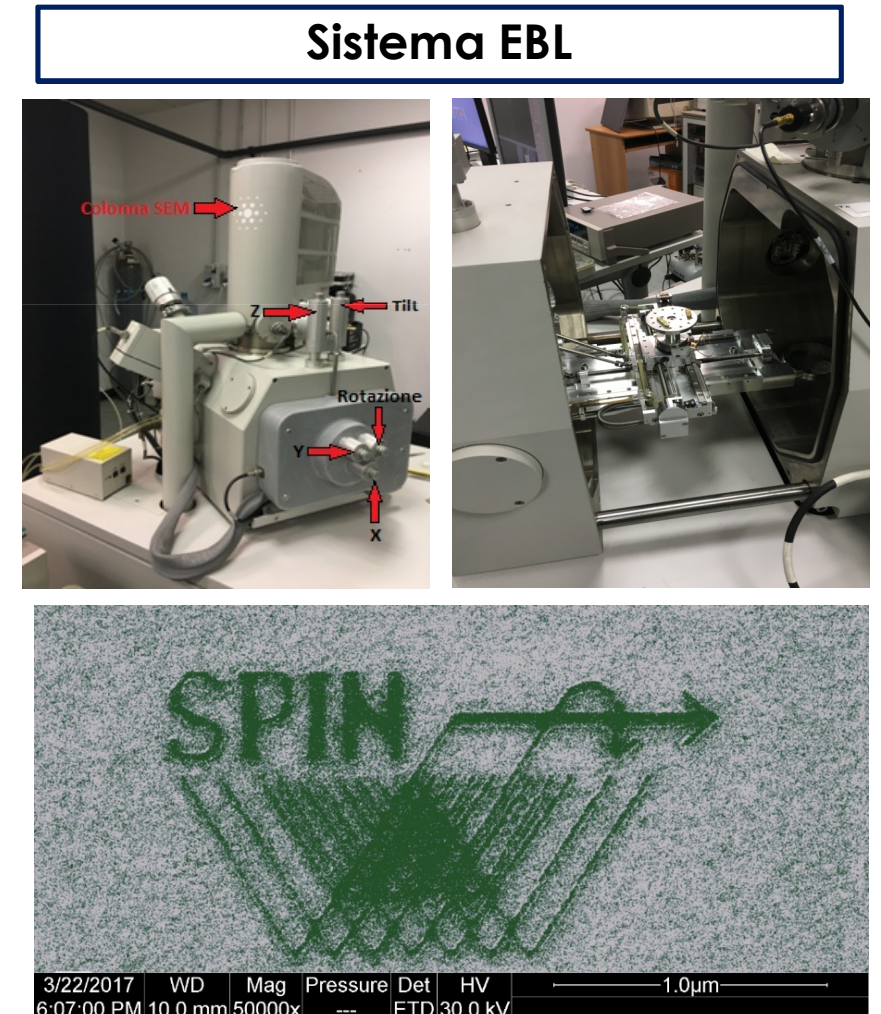
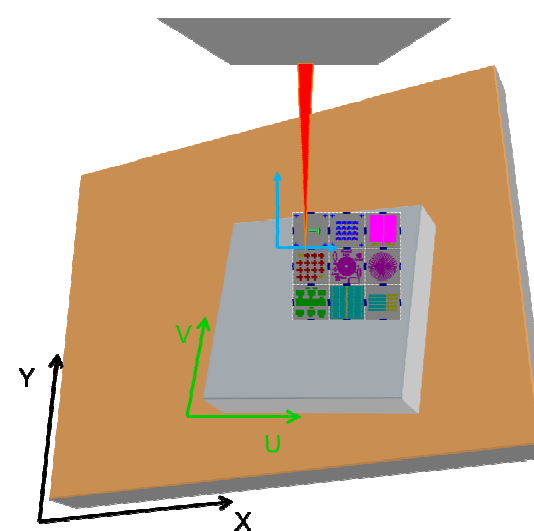
- **Risoluzione nanometrica ($\approx 5 \text{ nm}$)**
- **Versatilità del pattern**

Svantaggi

- **Complessità**
- **Lentezza per grandi aree**
- **Costo**



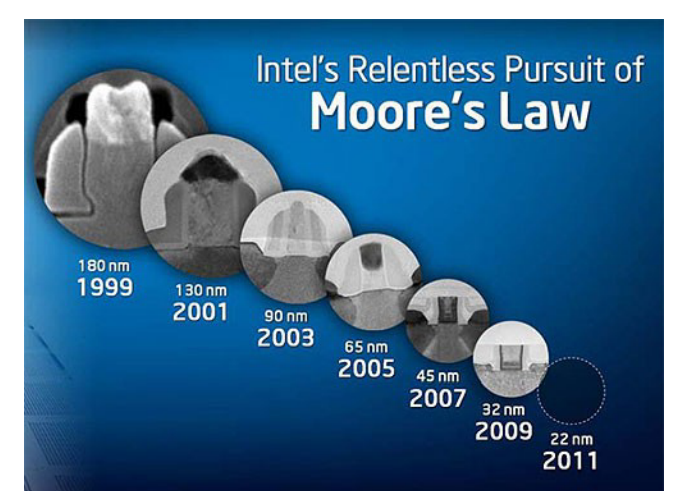
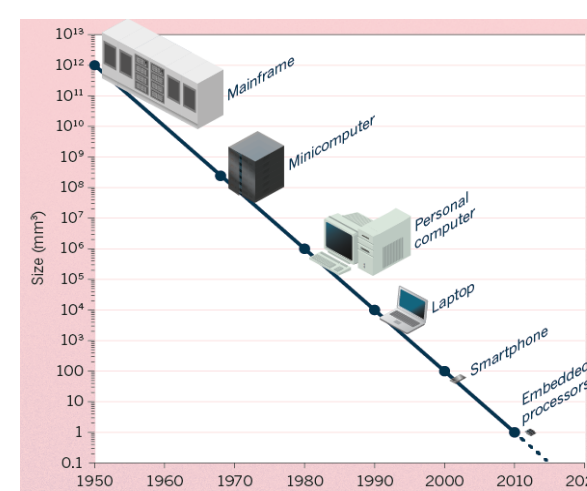
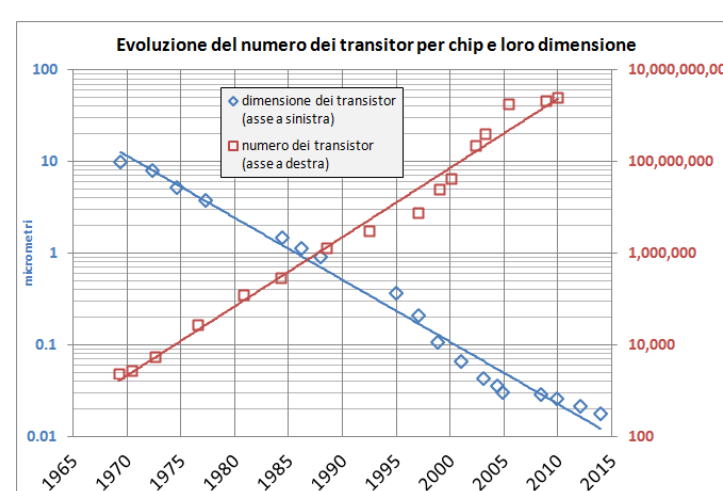
Procedura di funzionamento del processo di litografia con cannone elettronico



Dispositivi a diversa scala di integrazione

La legge di Moore e lo sviluppo tecnologico

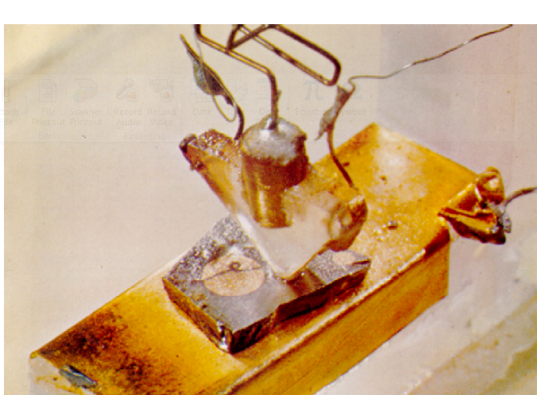
Circuito integrato: Circuito elettronico miniaturizzato dove i vari transistori sono stati formati tutti nello stesso istante grazie a un unico processo fisico-chimico. Il Chip è il componente elettronico su cui è presente il circuito integrato



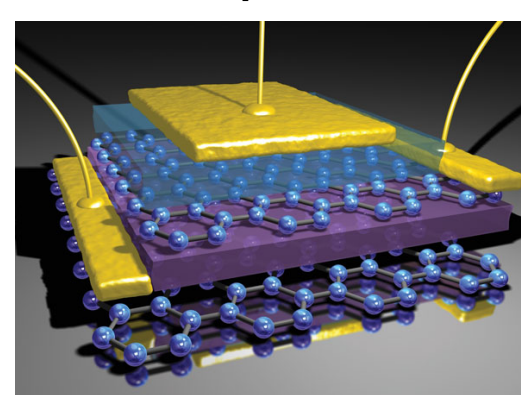
DISPOSITIVI A PICCOLA SCALA DI INTEGRAZIONE – SSI
 da 3 a 30 gate per chip o fino a 100 componenti elettronici su un unico chip

DISPOSITIVI A MEDIA SCALA DI INTEGRAZIONE – MSI
 da 30 a 300 gate per chip o da 100 a 3000 componenti elettronici su unico chip

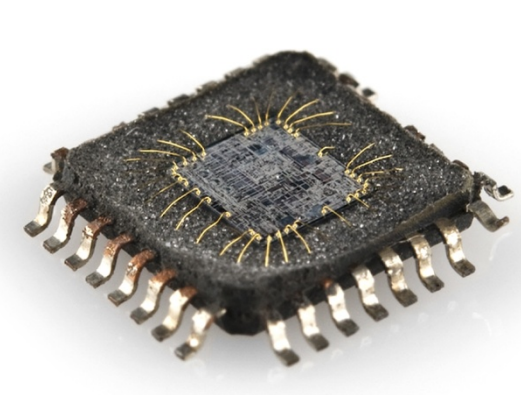
Il primo transistor



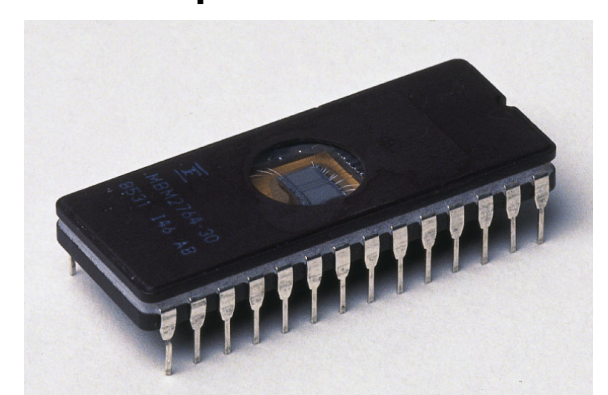
Schema dei vari strati di un dispositivo



Esempio di circuito integrato



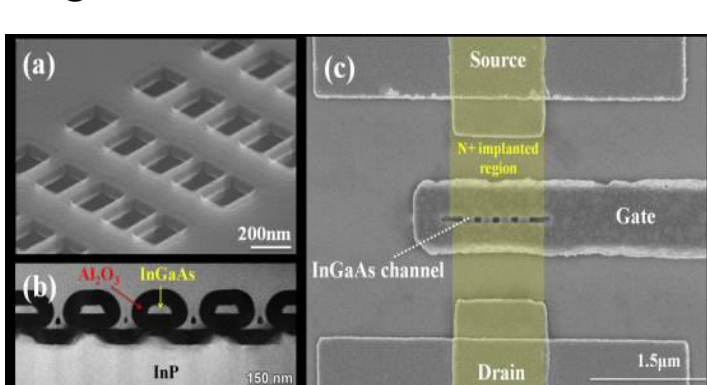
Un moderno amplificatore operazionale



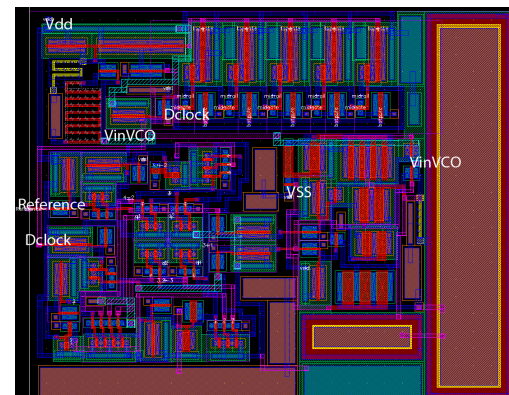
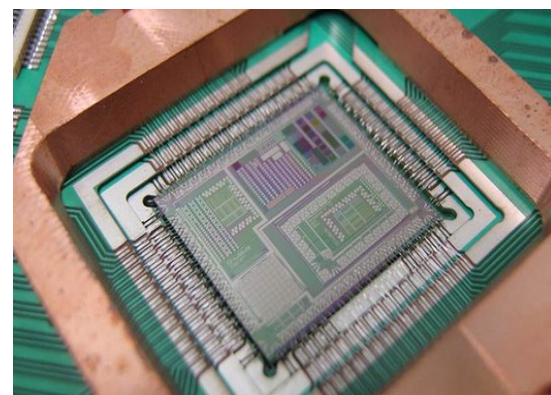
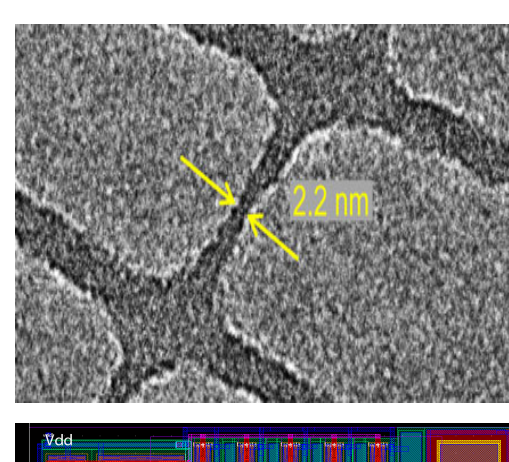
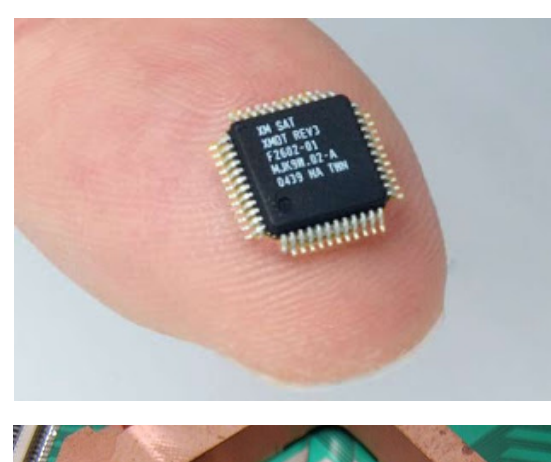
DISPOSITIVI A GRANDE SCALA DI INTEGRAZIONE – LSI
 da 300 a 3000 gate per chip o da 3000 a 100000 componenti elettronici su un unico chip

DISPOSITIVI A GRANDISSIMA SCALA DI INTEGRAZIONE – VLSI - più di 3000 gate per chip o da 100 000 a 100 000 000 di componenti elettronici su un unico chip

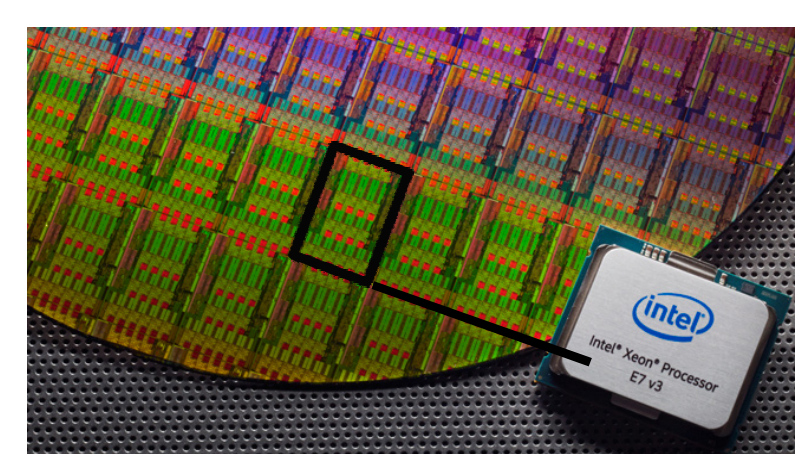
Litografia tramite fascio elettronico



Esempi di circuiti integrati LSI



Un disco da 8 pollici contiene circa 80 processori completi della Intel



Esempio di circuito integrato VLSI