

Scopo della lezione:

- *descrivere le modalita' di realizzazione di strutture microelettroniche stratificate tramite l'uso di maschere*

Per realizzare dispositivi microelettronici e' spesso necessario realizzare delle strutture a strati o selezionare delle porzioni di superficie sulle quali eseguire opportuni trattamenti.

Per fare questo e' necessario disporre di maschere, che, in generale, devono avere le seguenti caratteristiche:

- *devono essere utilizzabili su diversi tipi di superficie (es. ossido, metallo, etc.)*
- *devono poter essere allineate con la massima precisione per consentire la combinazione di diversi trattamenti complementari senza errori dimensionali sulle strutture finali.*

*La tecnica usata si chiama **fotolitografia***

Esempio: apertura di "finestre" nell'ossido che ricopre una superficie di silicio.

Passi tecnologici fondamentali:

- *ossidazione del silicio*
- *ricopertura del wafer con un film di sostanza sensibile agli U.V. (fotoresist)*
- *Una maschera di vetro con riprodotto il disegno delle finestre viene posta a contatto con il wafer*
- *Il complesso wafer+maschera viene esposto agli U.V.*
- *Il film di fotoresist viene sviluppato (al termine di questo processo la maschera risulta riprodotta sul film)*
- *le zone di ossido non ricoperte dal F.R. vengono erose da sostanze opportune*

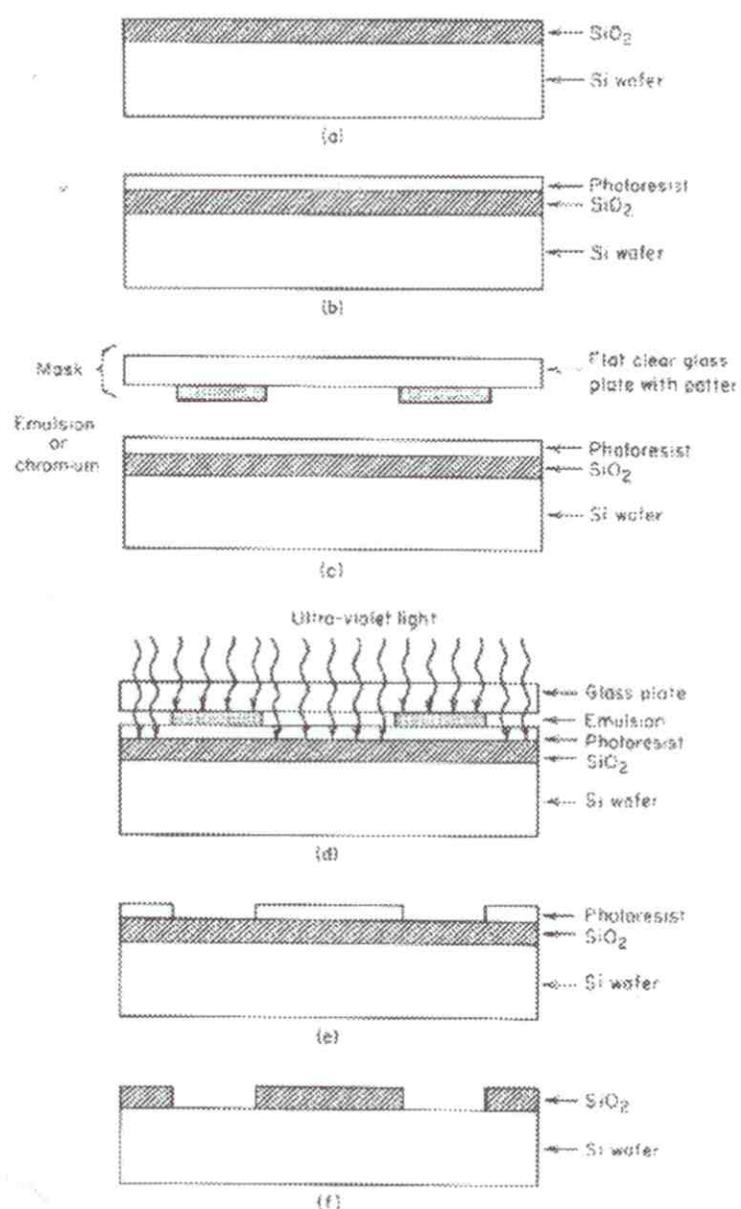


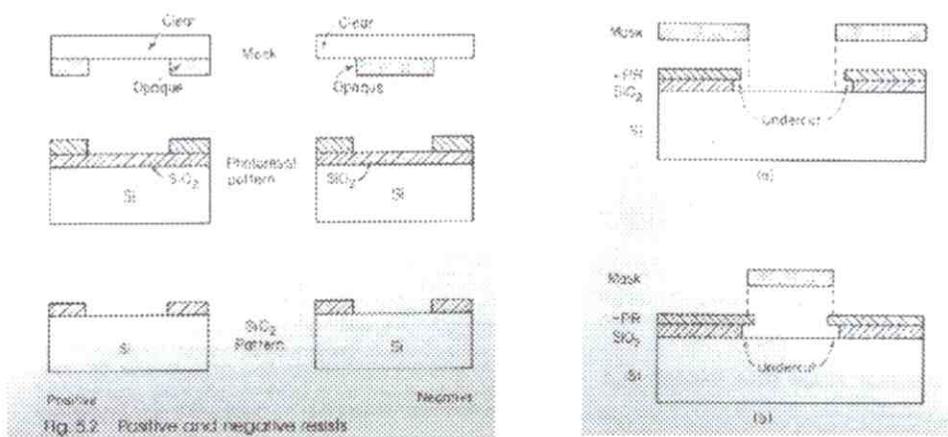
Fig. 8.4 Process sequence in photolithography

Tipi di fotoresist

I fotoresist sono liquidi che consistono di sostanze sensibili agli U.V. disciolte in opportuni solventi. Sono classificati in due tipi a seconda del loro comportamento rispetto agli U.V.

negativi: se non vengono rimossi durante l'esposizione agli U.V. e lo sviluppo

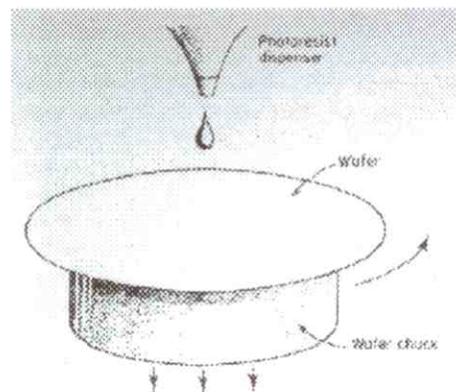
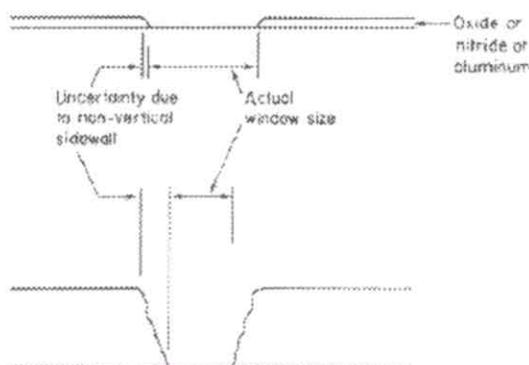
positivi: se sono rimossi durante l'esposizione agli U.V. e lo sviluppo



I fotoresist negativi contengono una piccola percentuale di un agente fotosensibile che facilita la formazione di legami tra le molecole di base. Di conseguenza, sotto l'azione degli U.V., il film si indurisce ed e' possibile rimuovere con solventi solo le parti non esposte.

Viceversa i fotoresist positivi contengono una sostanza che inibisce la dissoluzione a meno che non intervenga la luce a sciogliere i legami. Di conseguenza solo le zone esposte alla luce possono venire rimosse.

Occorre, in entrambi i casi, prestare attenzione al fatto che puo' accadere che i confini della maschera non vengano perfettamente rispettati.



A questo proposito, un ruolo importante e' svolto dallo spessore del film di fotoresist in quanto e' improbabile che le pareti delle "finestre" risultino perfettamente verticali. Inoltre lo spessore del film deve essere omogeneo su tutta l'area interessata. Per ottenere questa caratteristica i film vengono "spalmati" sui substrati con una tecnica di "spin coating".

Realizzazione delle maschere

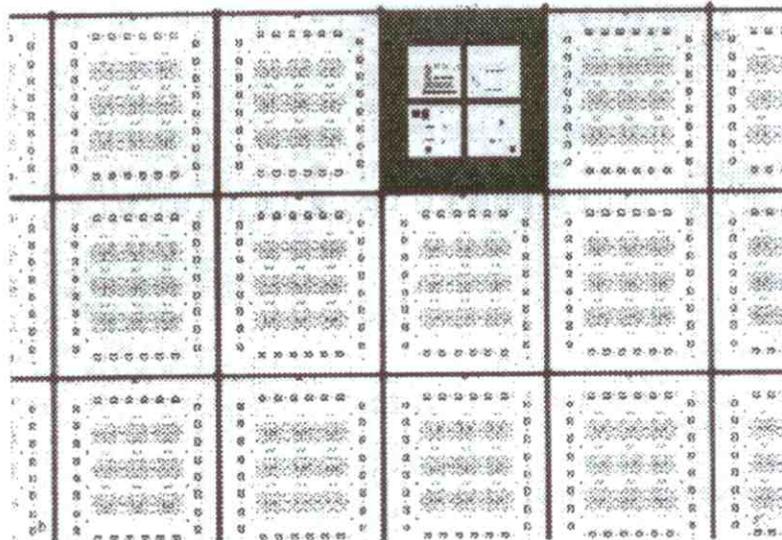
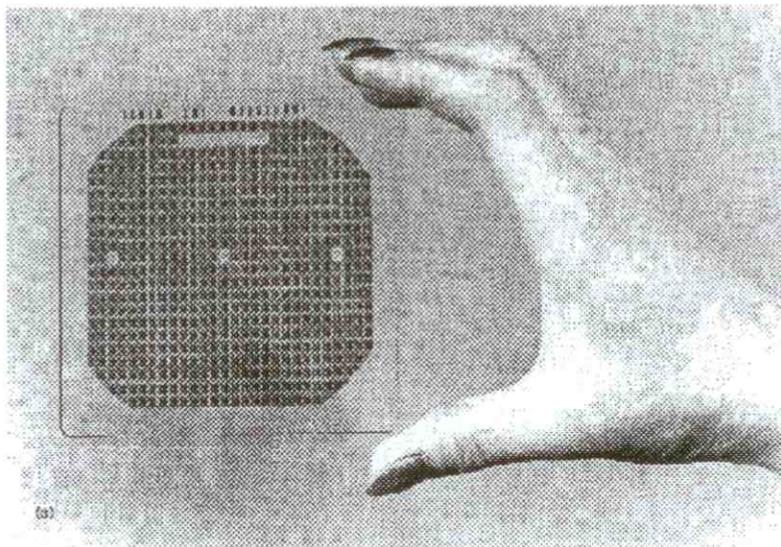
Per realizzare un processo di tipo Batch, e' necessario disporre di maschere in cui il singolo "pattern" viene riprodotto per tutta l'ampiezza del wafer. Le maschere sono realizzate in vetro e vengono ricoperte di cromo nelle parti che devono essere rese opache.

Attualmente esistono dei software dedicati alla riproduzione di disegni (realizzati dal progettista) su maschere.

E' intuibile che la precisione con cui queste vengono riprodotte e' di cruciale importanza per la realizzazione di strutture con la funzionalita' desiderata.

Fotolitografia

-9-



Allineamento delle maschere

Altrettanto importante e' l'allineamento delle maschere allorche' si debbano realizzare dei processi successivi su aree diverse. Vengono riprodotti sulle maschere dei segni dedicati all'allineamento che viene poi realizzato al microscopio.

Litografia con fascio elettronico

La definizione ottenibile con la fotolitografia tradizionale e' limitata dalla lunghezza d'onda degli U.V.

Se si usano lunghezze inferiori, la risoluzione di fatto viene limitata soltanto dall'ottica di allineamento del fascio col quale si illumina direttamente il fotoresist.

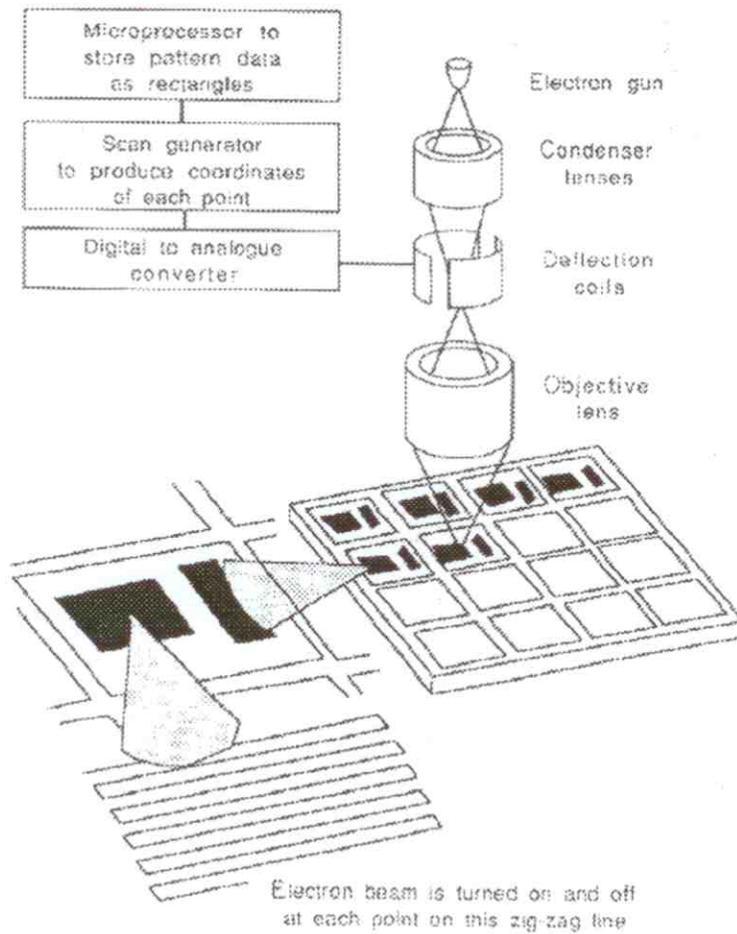


Fig. 5.6 Illustrating an electron beam lithography facility. Note the complexity.

