



Nanotehnologije

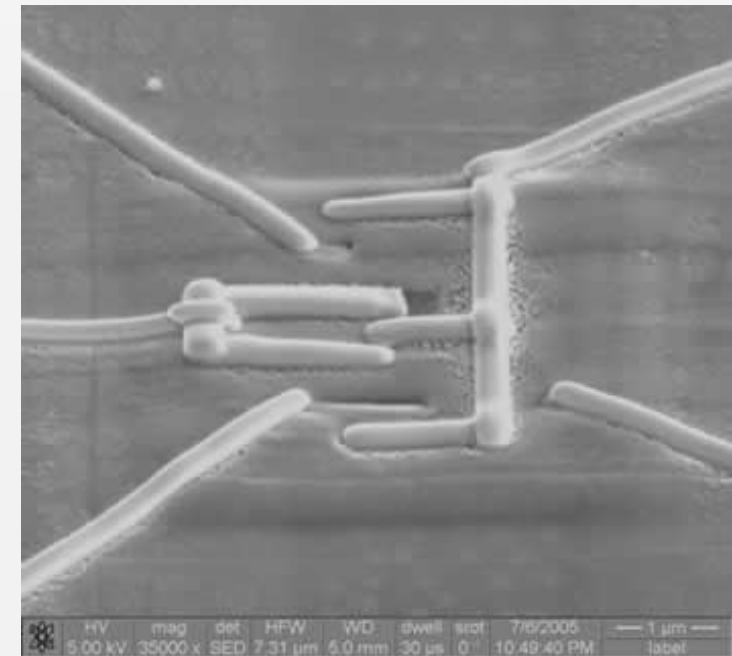
Tehnike nano obrade

Doc.dr Pal Terek
Prof.dr Branko Škorić

Potrebe za nano obradnim procesima (nanoproizvodnjom)

Nano obradni procesi su veoma važni za novorazvijene nanotehnologije:

- Izrada (sinteza) nanomaterijala
- Modifikacija površina
- Izrada nanostrukture za:
 - NEMS/MEMS
 - Elektroniku
 - Izrada nano struktura i nano šablona
 - Nano elektronska kola
 - Mikrofluidni čipovi
 - Hemiju
 - Nanouređaji za ispitivanje hemijskih procesa
 - Biomedicinu
 - bio-nano-elektro mehanički sistemi (BIO NEMS)
 - Tretman površina implantata i biouređaja

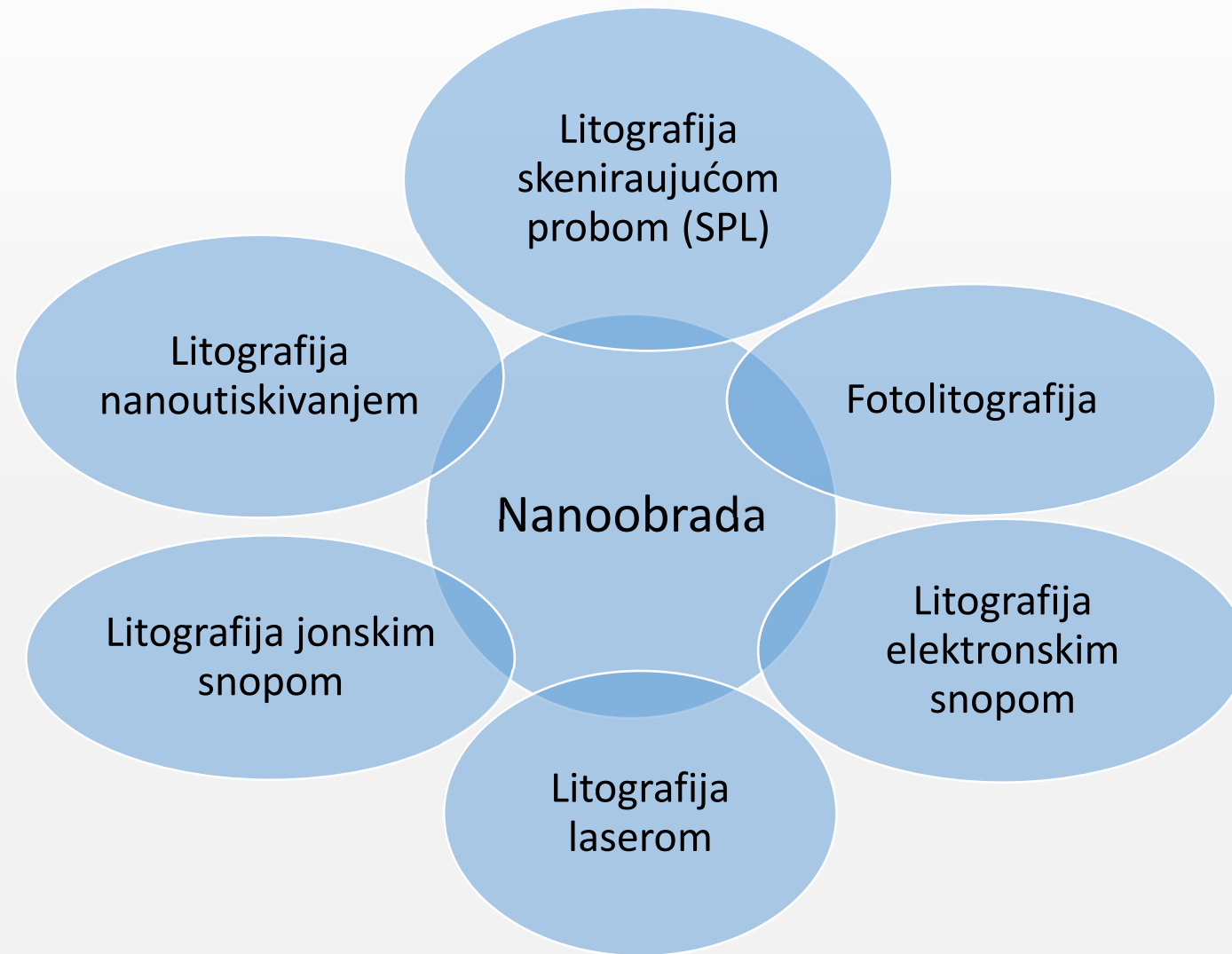


Materijali koji se najčešće obrađuju

Materijali koji se obrađuju tehnologijama nanoobrade

- Materijali na bazi silicijuma
 - Monokristalni Si
 - Polikristalni Si
 - SiO₂
 - Sicijum nitrid
- Materijali na bazi germanijuma (Ge)
- Ugljenični materijali
 - Dijamant
 - Grafen
 - Polimeri
- Metali
 - III-V grupa hemijskih elemenata
- Piezoelektrične keramike
- Proteini

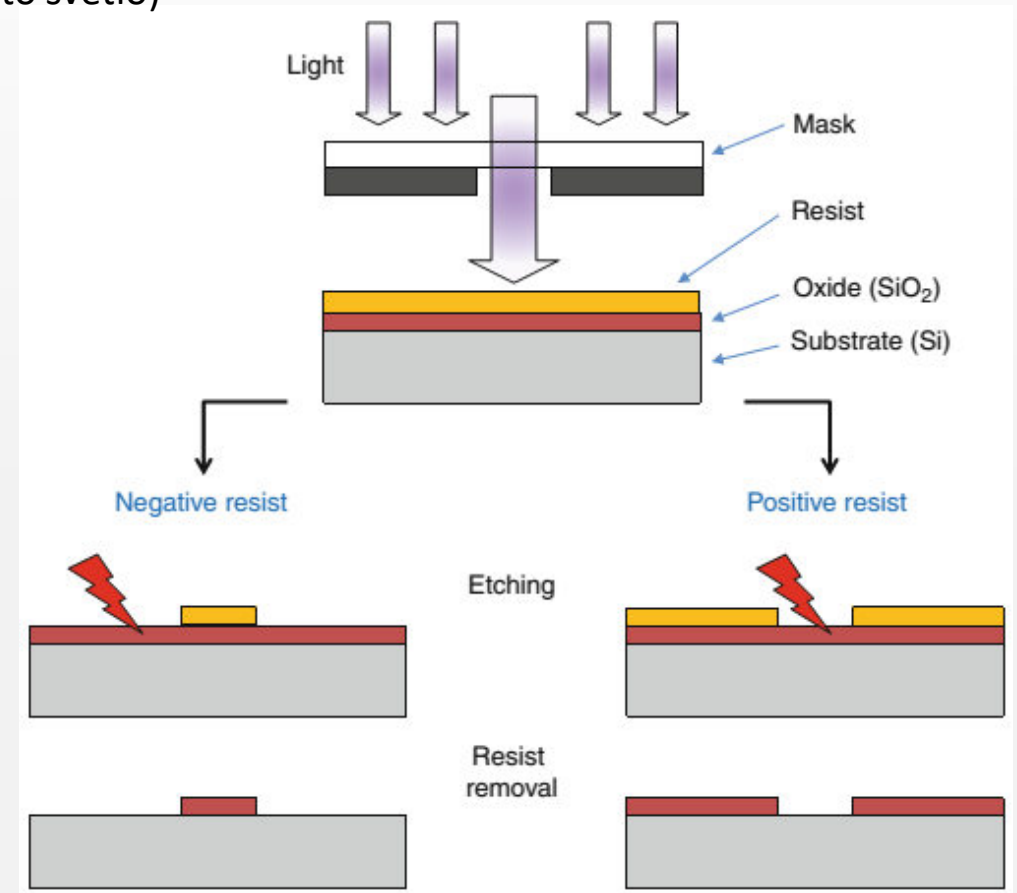
Tehnike nanoobrade



Tehnike nanoobrade

- **Fotolitografija (eng. photolithography)**

- Selektivno izlaganje delova uzorka izvoru svetlosti (često ultraljubičasto svetlo)
- Vakuum
- Rezoucija: Najčešće ispod 100 nm
- Prednosti:
 - Paralelna obrada
 - Dobra upravljivost (kontrola)
- Nedostaci:
 - Visoka cena upotrebe
 - Proces se odvija u većem broju koraka
 - Slaba dostupnost

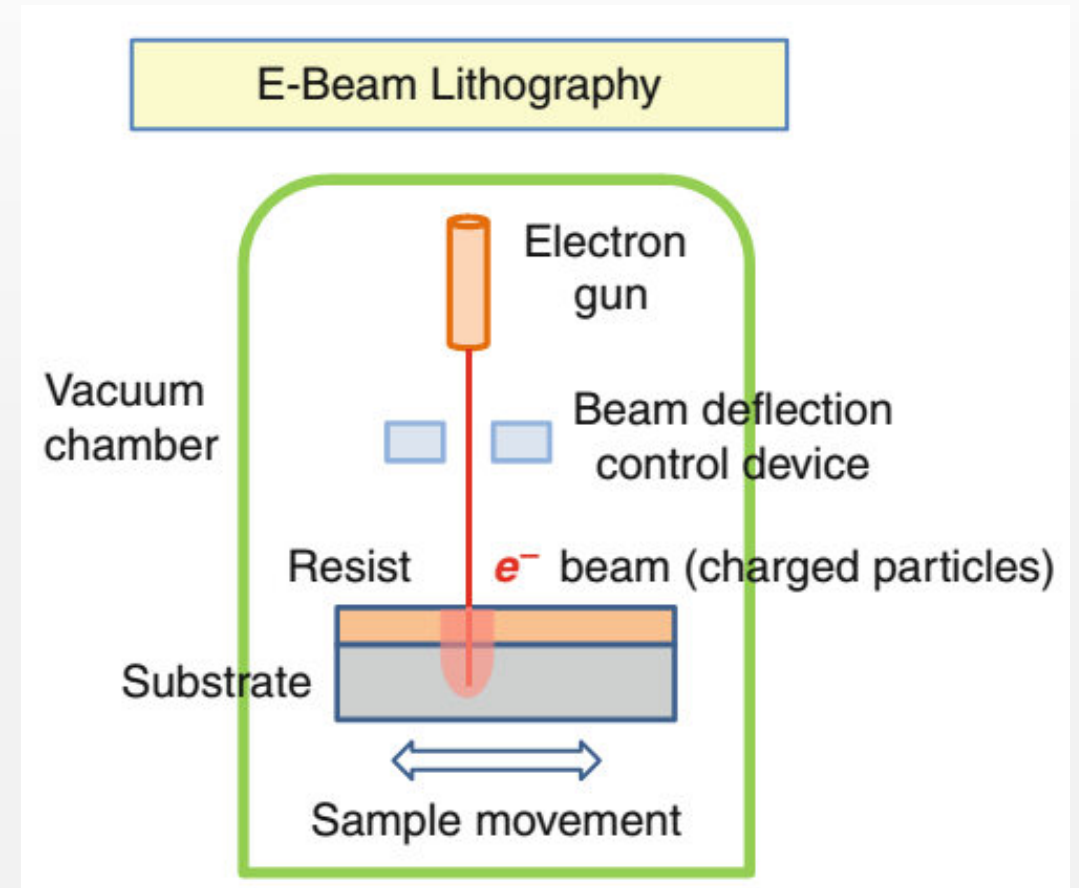


Ima ograničenje po pitanju širine brazdi, oko 80 nm, što je suviše ukoliko se žele napraviti gušća integrisana kola.

Tehnike nanoobrade

- **Litografija elektronskim snopom (eng. electron-beam lithography)**

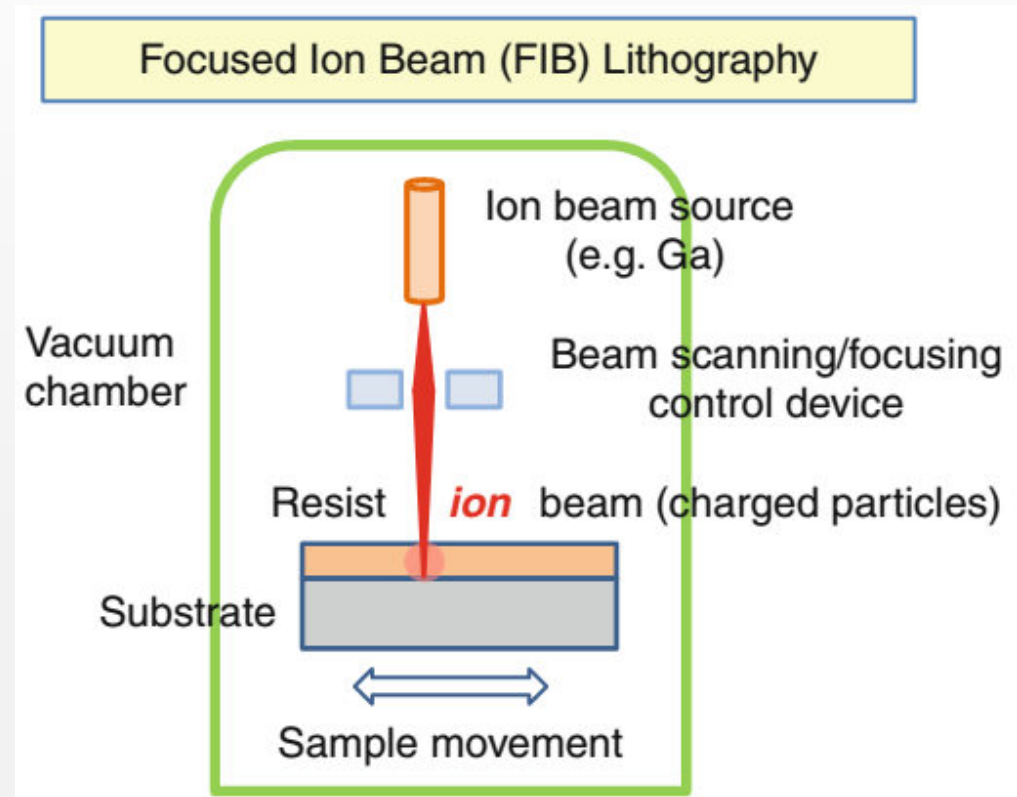
- Interakcija između snopa elektrona i uzorka
- Vakuum
- Rezolucija: ≤ 50 nm
- Prednosti:
 - Dobro razvijena za istraživanja
 - Dobra upravljivost (kontrola)
- Nedostaci:
 - Visoka cena upotrebe
 - Proces se odvija u većem broju koraka
 - Slaba dostupnost



Tehnike nanoobrade

- **Litografija fokusiranim jonskim snopom (eng. focus ion beam lithography)**

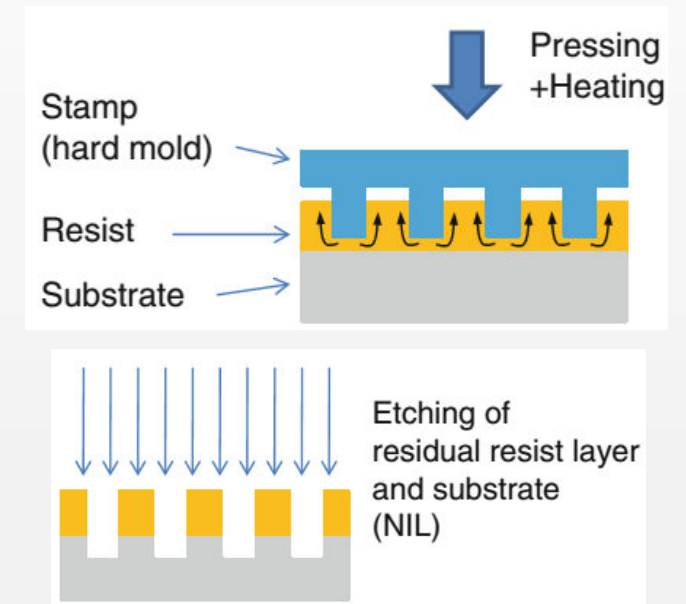
- Interakcija između snopa jona i uzorka
- Vakuum
- Rezolucija: oko 50 nm
- Prednosti:
 - Dobro razvijena za istraživanja
 - Dobra upravljivost (kontrola)
 - Visoka osetljivost
- Nedostaci:
 - Visoka cena upotrebe
 - Proces se odvija u većem broju koraka
 - Slaba dostupnost



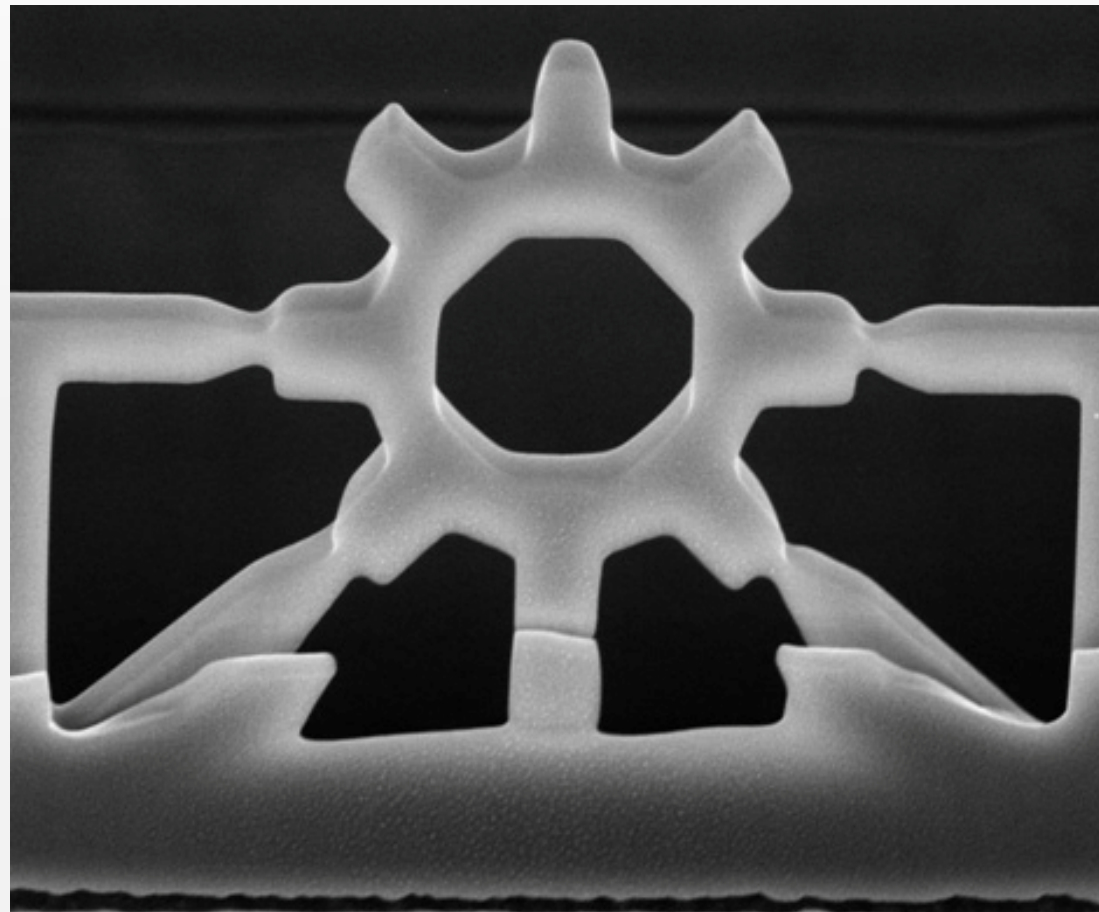
Tehnike nanoobrade

- **Litografija nanoutiskivanjem (eng. nanoimprint lithography – NIL)**

- Mehaničko deformisanje uzorka
- Vazduh ili vakuum
- Rezolucija: oko 100 nm
- Prednosti:
 - Niska cena
 - Visoka proizvodnost (eng. high throughput)
 - Paralelno pisanje
- Nedostaci:
 - Problem sa preciznošću
 - Neophodan veći broj koraka za proizvodnju u većim serijama



Fokusirani jonski snop





Hvala na pažnji