

Strip (Neuzeitung, auf der Homepage)

C. Kaiser@ims.uni-carlsruhe.de
↳ Nanoelektronikpraktikum

(2er Gruppen)
(Nanoelektronik-Vorbereitung)

Bottom up Methode ist ein Trend

- z.B. bei Halbleitern
- bei reinen Elementen wenig modifizierbar

Nanoröhren

- ordnen sich selbst an, an der Oberfläche
- hohe Temp. \Rightarrow Ionisation \Rightarrow Ladungswolken \Rightarrow Gasplasma
- ordnet Atome in Halbleitern $\hat{=}$ z.B. Cluster
- \Rightarrow Energie zur Herstellung von Nanoröhren
- \Rightarrow Selbstorganisationsprinzip der Atome

Lithographie (Photolithographie)

- Übertragung des Maskendesigns (schwarz-weiß)
- \Rightarrow durch Maske mit Licht auf Substrat übertragen
- \Rightarrow Projektion (Maske kann vielfach größer sein) aber teure Optik \Rightarrow Massenproduktion
- \Rightarrow proximity mask

- kleinste geom. Abb.größe $\approx \frac{\lambda}{2}$, $d_{\text{min}} = \frac{\lambda}{NA}$
- Numerische Apertur (Öffnung des Linsensystems) muss groß sein \Rightarrow dadurch Auflösung begrenzt

NGL (Next Generation Lithographie)

- Elektronenstrahl Litogr. (kleine Wellenlängen)
- Elektron muss beschleunigt werden

- Energie in Bereich keV nötig
- Stop-Escape (Programm: Trin zur Beschleunigung solcher Prozesse)
- Proximity Effekt, lokales Einstrahlen von Elektronen
aber Resist wird nicht belichtet durch Rückstreuung

- Sequenzfiles schreiben (Zeitanwendig)
- gut geeignet zum schreiben von Masken
Vorlagen für Lithographie

extrem UV Licht (EUV)

- Parabolspiegel nötig

X-Ray, Röntgenstrahlolithografie

- Röntgenquelle Synchrotron (Beschleunigungsring)
- Masken sehr aufwendig (z.B. aus Gold...)

Jonen (Ion Beam) Lithografie

- proximity Effekt sehr klein
- nur Vorwärtsstreuung

Elektron Beam Lithografie

- kleine Wellenlängen
- Systeme wie bei Rasterelektronenmikroskop (Mikroskop)
- riesig: elektrostatische Ablenkung vermeiden
- Laser unterferromagnetisch
- Ventile \approx Beam Blaster

Schwächen von Elektr. Litogr.

- Zusammensetzung mehrer Strukturen, sehr kompliziert
 \Rightarrow Stichtung
- Strahlereffekt vermeiden (wenig Intensität sodass nur gebündelter Strahl nicht strahlend wirkt)

Kombination von optischer und diät. elektr. Schreiber

- schnelles festes

Wet chemical Etching (Abtragen des Materials $\hat{=}$ top down)

- Substrate reinigen
- Resist herstellen
- Platte ablösen
- Ätzen

Ätzen (110055⁹) $\approx 10 \dots 100 \mu m$

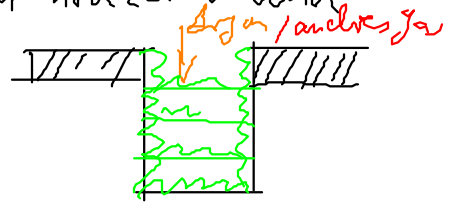
- organische Lösungsmittel (gut für z.B. saubere Kante)
z.B. KOH

Ätzt je nach Kristallrichtung unterschiedl. schnell.

„trocken“ Ätzen (Gas) $< 10 \mu m$

- z.B. CF₄
- Ionisierung, Plasma, Ionenätzen
- Energien im eV Bereich
- Anisotropes Ätzen (verschiedene geschw. in horizontal und vertikaler Richtung)

z.B. Polymere
weiches Ätzen



Polymere

⇒ Sauerstoffgas z.B. im Flasche speichert

IBE (Ion Beam Etching)

- Ätzen physikalisch (durch Stöße) mit Argon

Ätztrop

- durch Zeit (Ätztiefe bestimmen) \Rightarrow eher ungenau
- mit Hilfe eines Lasers (Reflexion, Auswertung der Reflexion)
- fließt Wälzkörper (Acetat / Ethanol) um

Redeposition an un entfernt \rightarrow Redeposition
frei was Maske \rightarrow Reshadowed Material