

Kapitola 3

Průmyslové aplikace

3.1 Příklady z praxe

- Mikroelektronika: integrované obvody obsahující polovodičové součástky (tranzistory, diody) a pasivní komponenty
- Automobilový průmysl: antikoroční vrstvy a povrchové úpravy, antireflexní vrstvy, senzory
- Textilní průmysl
- Další spotřební zboží, např. sportovní potřeby
- Obráběcí průmysl
- Obalová technika
- Lékařství

3.2 Mikroelektronika I

Mikroelektronika = elektronika v mikro-měřítku (tranzistory, diody, kondenzátory, indukčnosti, odpory a samozřejmě vodiče a izolanty) = integrované obvody (tvořeny hlavně tranzistory):

- Small-Scale Integration (SSI) - pouze několik tranzistorů,
- Medium-Scale Integration (MSI) - koncem 60tých let, stovky tranzistorů na čipu,
- Large-Scale Integration (LSI) - polovina 70tých let, desítky tisíc tranzistorů,
- Very Large-Scale Integration (VLSI) - stovky tisíc začátkem 80tých let, 10^9 v roce 2007

Převážná většina technologie je založena na křemíku, tj. substrát je monokrystal Si. Některé speciální aplikace (LED, lasery, solární články, velmi rychlé IO) využívají polovodiče III-V (např. GaAs).

3.3 Mikroelektronika II

V integraci VLSI se používají integrované obvody CMOS (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor), protože se příliš nezahřívají. V této i jiných technologiích (bipolární křemíková technologie nebo GaAs MESFET) se používá celá řada procesních kroků:

- Epitaxní růst dopované vrstvy Si nebo GaAs na Si nebo GaAs substrátu.
- Iontová implantace dopantů (B a P do Si, Si do GaAs) do určitého místa a hloubky. Implantační poškození se musí odstranit zahřátím.
- Iontová implantace nedopantů (např. protonů) za účelem způsobení mírného poškození, a tím snížení vodivosti tak, aby došlo k elektrické izolaci součástek.

3.4 Mikroelektronika III

- Depozice dielektrických vrstev kvůli oddělení vodivých částí. V MOS technologii roste oxid hradla termální oxidací Si. Dielektrické vrstvy (Si_3N_4 , SiO_2 , někdy dopované B, P), které se připravují jinou metodou, jsou zapotřebí v mnoha dalších krocích, kde je třeba oddělit vodivé spoje, zajistit pasivaci, ochranu proti poškrábání apod.
- Vytvoření masky (patterning) definující specifické rysy struktury. To obvykle znamená pokrytí substrátové desky fotocitlivým materiálem (rezistem), který se vystaví energetickému záření (UV, rtg fotony, elektrony nebo ionty), takže lokálně dojde ke změně jeho struktury a následným vyvoláním se vytvoří šablona.
- Leptání struktury do polovodiče, do dielektrické vrstvy nebo vrstvy kovové (např. Al).

3.5 Mikroelektronika IV

- Zarovnání povrchu (planarization) umožňuje další krok procesu. Fokuzální hloubka pro optickou litografii je jen $1\ \mu\text{m}$ \rightarrow složité na nerovném povrchu (povrch desky může být po několika procesních krocích velmi nerovný). Planarizace může znamenat depozici organické vrstvy (polyimid), která vyplní prohlubně, v kombinaci s odstraněním materiálů z vyvýšených míst.
- Depozice polykrystalického polovodiče, především Si, jako hradla tranzistoru.
- Čištění mezi jednotlivými kroky procesu. Úspěch dalšího kroku často velmi závisí na čistotě povrchu (epitaxní růst Si na Si, ohmický kontakt mezi GaAs a Ni-Ge-Au). Realizace IO vyžaduje 10-12 úrovní maskování \rightarrow různé procesy, čistý povrch (především fotolitografie a odstranění fotorezistu).

3.6 Tenké vrstvy pro optiku

- Antireflexní vrstvy
- Reflexní vrstvy
- Interferenční vrstvy
- Dvojlomé a polarizující vrstvy

3.7 Senzory

- Senzory tlaku
- Senzory zrychlení
- Senzory rotace
- Senzory plynů, toxických látek, těžkých kovů

3.8 Úprava povrchových vlastností

- Pasivace povrchů (antikoroziční vrstvy, chemicky odolné vrstvy)
- Tribologické aplikace (snížení tření, ochrana před mechanickým poškozením, tvrdé a supertvrdé vrstvy)
- Dekorativní aplikace (změna barvy, barevné efekty ...)
- Hydrofobní nebo hydrofilní povrchy (nemlžící se skla, nešpinící se materiály, aplikovatelnost nátěrů ...)