

# Solcelle

## Fotostrøm genereret i pn-overgang

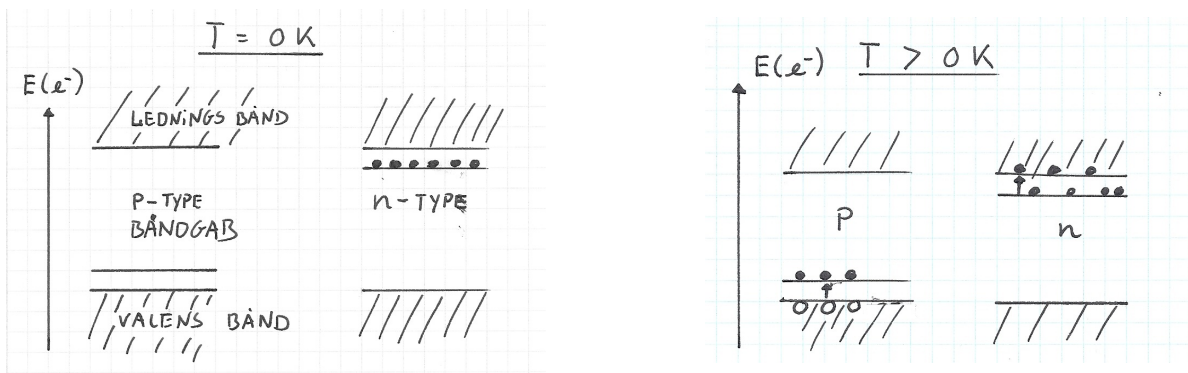
Jacob Nielsen<sup>1</sup>

I faste stoffer har elektronerne adskilte energiniveauer som de findes i brintatomet, men også såkaldte bånd, hvor energiniveauerne ligger meget tæt. Valensbåndet indeholder lokaliserede elektronniveauer. Elektroner i dette bånd er bundet til en kerne. Ledningsbåndet indeholder derimod energiniveauer til frie elektroner, der kan lede en elektrisk strøm

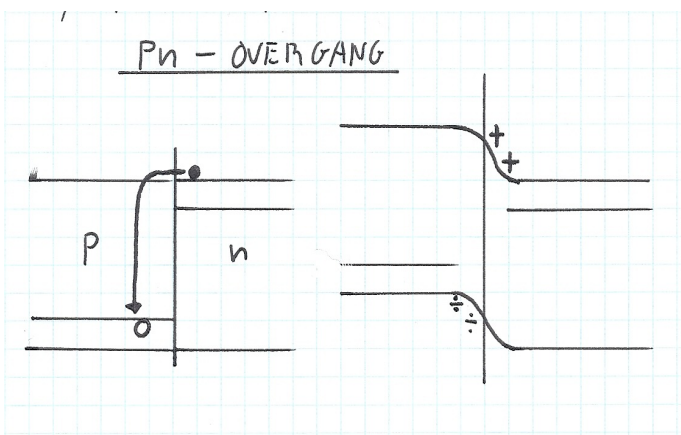
I et halvleder materialer som Si og GaAs er ledningsbåndet næsten tomt, og stofferne er derfor dårlige ledere. Men en halvleders elektriske egenskaber kan ændres drastisk ved introduktion af fremmedatomer i gitteret. Dette er baggrunden for anvendelsen af silicium til elektroniske komponenter i de integrerede kredsløb på en såkaldt chip.

Silicium tilhører fjerde hovedgruppe i periodesystemet. I p-type silicium er der introduceret atomer fra hovedgruppe tre - sædvanligvis Bor - hvorved der opstår et ekstra tomt energiniveau nær valensbåndet.

Introduceres derimod Phosfor, der tilhører hovedgruppe fem, opstår et fyldt energiniveau nær ledningsbåndet. Elektronerne i dette niveau kommer fra at Phosfor har en valenselektron mere en Silicium.



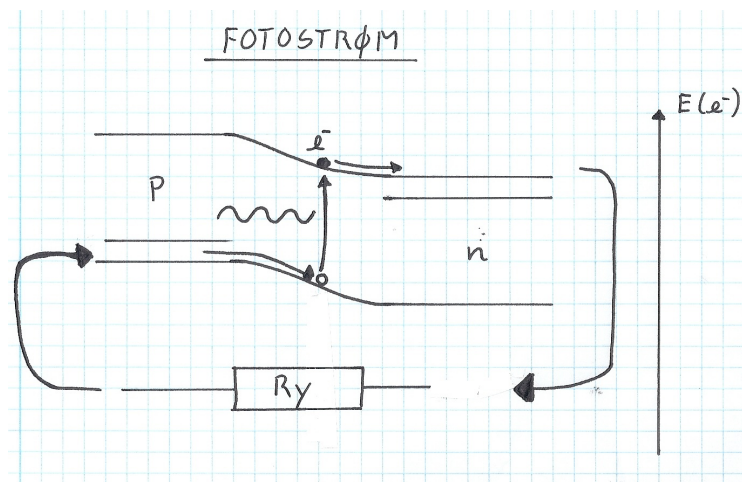
**Figuren** viser, hvordan der dannes ledige positioner i valensbåndet - kaldet "huller" ved termisk eksitation af elektroner fra valensbåndet til acceptorniveauet i en p-type halvleder. Tilsvarende eksiteres elektroner fra donorniveauet i en n-type halvleder til ledningsbåndet



I en pn-overgang diffunderer ledningselektronerne fra n-siden ind i p-siden, hvor de falder ned på de ledige pladser i valensbåndet. Herved bliver materialet nær overgangen elektrisk ladet. De negative ladninger på p-siden frastøder elektroner, hvilket betyder at elektronernes energi bliver højere på p-siden. Det er denne "bøjning" af energiniveauerne, der udnyttes i solceller og dioder. I dioden vil elektronerne kun løbe den ene vej nemlig "ned ad bakke".

<sup>1</sup>Datarev\Fysik\Faststoffysik\Fotostrøm genereret i pn-pvergang 040511.wpd

Nu har vi grundlaget for at forklare, hvordan en solcelle fungerer.



**Figuren** viser, hvordan en indkommen foton eksiterer en elektron fra valensbåndet til ledningsbåndet. Elektronen bevæger sig nu mod lavere energi - "ned ad bakke" ud til kontakten på n-siden og videre gennem den ydre modstand og tilbage til kontakten på p-siden. Elektronen bevæger sig nu ind mod overgangen igen, og processen kan gentages.

Den ydre modstand symboliserer det ydre kredsløb, der typisk er et batteri til lagring af energien eller lignende.

Solceller fremstilles typisk ved at et halvledermateriale af p-type pådampes noget Phosphor og opvarmes. Fosforatomerne diffunderer nu ind i krystallen - omdanner overfladelaget til n-type og danner en pn-overgang. Til sidst pådampes der kontakter på for og bagsiden.

Det lyder jo enkelt, men processerne er svære at styre, da koncentrationerne af fremmedatomer ligger i størrelsesordenen 1 ppm - altså et fremmedatom pr. million Siliciumatom i gitteret. Halvledermaterialet skal være meget rent, fordi urenheder introducerer ekstra energiniveauer i båndgabet. Disse niveauer fungerer som mellemstationer for foto-elektroner, der falder tilbage til valensbåndet, inden de når ud i det ydre kredsløb. Forarbejdnings-processerne introducerer fejl i gitteret for eksempel "vakanser" - det vil sige tomme pladser. Gitteret søges nu repareret ved opvarmning - såkaldt "annealing". Herved omfordeles fremmedatomerne imidlertid, og man risikerer yderligere forurening af krystallen.

Så helt billige bliver solceller baseret på halvlederteknologi aldrig. Til gengæld regner man normalt med en vedligeholdelsesfri levetid på 30 år.