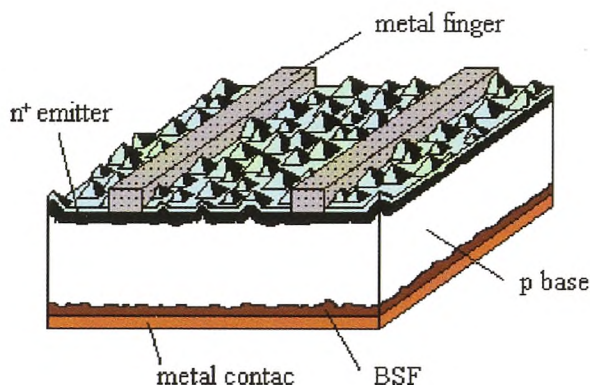


FZ silicium – rent silicium til de bedste solceller

Jan Vedde, Topsil.

Topsil har gennem de sidste tre år beskæftiget sig med at udvikle, fremstille og sælge et siliciumsubstrat med brug af Flyde-Zone (FZ) krystaldyrkningsmetoden, der kan anvendes af solcelleindustrien. Baggrunden herfor er dels forretningsmæssig, idet det er hensigten at forøge virksomhedens omsætning og tjene penge på dette nye produkt, men parallelt hermed giver det også en god fornemmelse, at kunne bidrage til udviklingen af en vedvarende energiform, der producerer forureningsfri elektrisk energi direkte af sollys, uden brug af miljøfarlige stoffer. Denne energiform er velegnet til decentral modulopbygget drift, og produktionen i dagtimerne er synkroniseret med behovet for elektricitet. Overfor alle disse positive udsagn står lidt forenklet kun et enkelt problem: prisen.



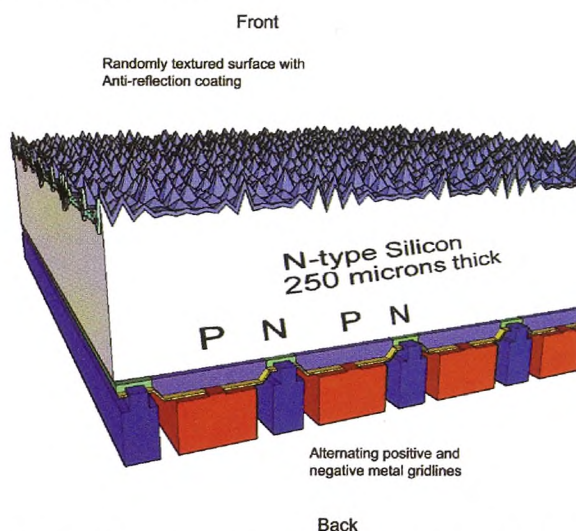
Figur 1. Opbygning af en traditionel 15 % effektiv solcelle.

Mulighederne for at opnå et gennembrud i anvendelsen af solceller, hænger direkte sammen med reduktionen i prisen pr. produceret kWh energi, og i solcellebranchen har dette forhold medført, at der har været høj fokus på at få reduceret prisen for at fremstille selve solcellen. Selve solcellen udgør imidlertid kun en del af det samlede system, der også omfatter laminering og indramning af flere solceller til et modul, transport til brugsstedet, opsætning, elektrisk kobling af de enkelte paneler med en dc-ac inverter samt tilslutning til det offentlige el-net. Idet langt de fleste omkostninger i et færdiginstalleret system faktisk vokser med anlæggets areal, er det særdeles vigtigt at opnå så stort et output pr. m² som muligt, idet omkostninger jo skal fordeles på den samlede produktion, som for et givet areal er bestemt af systemets maksimumeffekt (W_p). Det nøgletal der ofte benyttes til at beskrive økonomien i et solcelleanlæg, er således prisen pr. installeret effekt (kr/W_p), og dette nøgletal kan reduceres mindst lige så effektivt ved at forøge output, end ved blot at reducere

fremstillingsprisen for en delkomponent.

Som følge af den hidtil ensidige fokusering på fremstillingsprisen for solcellekomponenten, er det blevet almindeligt at anvende det absolut billigste form for substrat til solcellen, nemlig overskudssilicium fra elektronikindustrien. Dette affaldsprodukt omsmeltes til store blokke af multikrystallinsk silicium, hvorefter man skærer de tynde siliciumskiver. Problemet med denne strategi er, at materialets kvalitet sætter nogle begrænsninger for, hvor effektive solceller der kan fremstilles, og faktisk omsætter de celler der i dag er kommercielt tilgængelige typisk kun 15 % af energiindholdet i sollyset til brugbar elektrisk energi.

En typisk solcelle (figur 1) er opbygget af en 0,3 mm tyk skive af silicium, hvor den aktive pn overgang – som sikrer at de lysinducerede ladningsbærere bliver trukket ud til kontakterne på hhv. for- og bagside – er dannet ved at diffundere et tyndt lag af fosfor (som giver n-type halvleder egenskaber) ned i overfladen af en skive der ellers er homogent doteret med bor (som giver p-type halvleder egenskaber).



Figur 2. SunPowers 20 % effektive solcelle, der har alle kontakterne placeret på bagsiden.

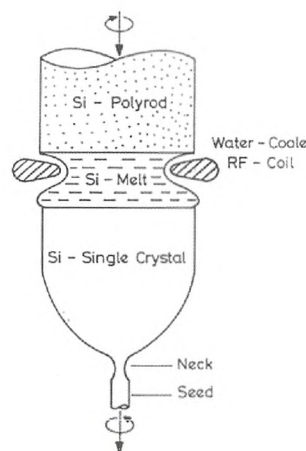
Der er imidlertid i udviklingslaboratorier verden over udviklet langt mere effektive typer af solceller, der dog hidtil ikke er blevet sat i produktion. En væsentlig årsag hertil er, at den forbedring af effektiviteten der ligger i de mere avancerede solcelletyper, kun kan realiseres såfremt man benytter et mere rent substrat – og dette renere substrat har hidtil været anset for at være alt for dyrt at fremstille, når der sammenlignes med de priser solcelleindustrien er villig til at betale.

Den rene version af siliciumsubstratet, skal fremstilles ved brug af den krystaldyrkningsmetode som an-

vendes på Topsil. Det har således længe været kendt, at monokrystallinsk silicium fremstillet med FZ-metoden, er perfekt egnet som aktivt substrat for de mest effektive solceller i verdenen. Således er effektivitetsrekorden for siliciumsolceller p.t. 24,7 %, og substratet til disse solceller er lavet med FZ metoden. Da Topsil meddelte, at vi har udviklet en metode der gør det muligt at fremstille FZ silicium til næsten samme pris som konventionelt solcellesilicium, blev det med et slag muligt at sætte de mange mere effektive solcelledesigns i produktion. Som den første producent, har den amerikanske solcelleproducent SunPower satset på at kommercialisere en ny type solceller, der er udviklet af den tidligere Stanford-professor, Richard Swanson (figur 2). Denne solcelle yder minimum 20 % i virkningsgrad, hvilket bl.a. bliver nået ved at placere alle kontakter på bagsiden, og ved at forøge opsamlingseffektiviteten, d.v.s. ved at sikre, at næsten alle de elektron-hul-par der dannes som følge af lysabsorptionen faktisk også bliver nyttiggjort. Et kritisk element i denne forbindelse er disse ledningsbæreres middellængde i siliciummaterialet, som naturligvis gerne skal overstige afstanden hen til kontakterne, og som kun kan fastholdes tilstrækkeligt lang, når siliciumsubstratet er tilstrækkeligt rent og perfekt, idet både urenheder, krystaldefekter og korngrenser i materialet vil give anledning til tabsgivende rekombination af ledningsbærere.

For Topsil har udviklingsprocessen drejet sig om at opfinde nye procesopskrifter og procesudstyr, der gør det muligt at omsmelte en meget billigere siliciumråvare til rent monokrystallinsk silicium. Den omtalte FZ metode gør brug af en hurtig og energieffektiv smelte metode: induktions opvarmning af råmaterialet ved brug af en højfrekvent spole med kun en vin-

ding. På denne måde opvarmes silicium materialet til smeltepunktet uden nogen siden at komme i kontakt med en forurenende "støbeform", og eventuelle urenheder fordampes fra smelteoverfladen eller fastholdes i den flydende fase, som "trækkes" gennem materialet og afsætte urenhederne opkoncentreret i den sidst størknede krystaltop, som herefter kan skæres af og kasseres (se figur 3).



Figur 3. FZ metode til fremstilling af rent monokrystallinsk silicium.

Med SunPower på banen som den første solcelleproducent der satser stort på at øge virkningsgraden fra 15 til 20 % i en kommerciel produktion af solceller, er perspektiverne for både Topsil og solcelleenergien overordentligt gunstige, og forhåbentlig udgør denne 30 % forbedring af outputtet, et vigtigt skridt imod en egentlig masseudbredelse af solceller.

Investering i nye energiteknologier

Niels Langvad, BankInvest New Energy Solutions

Indledning

I sommeren 2002 etableredes Nordens første investeringsfond med fokus på udvikling af nye og/eller alternative energiteknologier. BankInvest New Energy Solutions (NES) investerer i små og mellemstore teknologiske innovative virksomheder og har ved udgangen af 2003 gennemført 3 investeringer.

Markedet for nye energiteknologier

NES's teknologiunivers omfatter:

- Decentral el-produktion.
- El-produktion fra vedvarende energikilder som sol, vind og vand.

• Elektrisk og termisk energi fra rene brændsler som naturgas og bio-brændsler.

• Komponenter og produkter for effektiv energiudnyttelse, herunder effektelektronik.

EU's støtte til Kyoto-aftalen betyder, at man kan forvente, at EU vil initiere ganske betydelige investeringer i decentral og mere miljøvenlig energiproduktion. I 2010 er det EU's mål, at mere end 20% af elektricitetsproduktionen skal komme fra vedvarende energikilder, hvilket kræver investeringer over det næste årti på mellem 200 og 300 mia. euro.

I efteråret 2003 har der været en række omfattende strømsvigt i Nordamerika og Europa. Strømsvigtene