

ECOLIFE

LICEUL TEHNOLOGIC "CONSTANTIN BRÂNCUȘI"

Nr 4





Cuprins

Editorial.....	3
Câteva cuvinte despre Play Energy.....	4
Fabricația având la bază blocuri sau bare de siliciu	6
Resurse de energie regenerabile	14
Centrale solare cu ogheaburi parabolice	15
Postere	17

ECOLIFE



Editorial

Dedicăm acest număr al revistei,
concursului "Play Energy".

Vom vorbi despre energie verde, energie
eoliana, energie solară, energie



ECOLIFE

Câteva cuvinte despre Play Energy



PLAYENERGY ESTE...

Pentru a explica conceptul PlayEnergy celor care nu-l cunosc, sunt fundamentale 4 cuvinte: **energie, știință, tehnologie, mediu**. De 10 ani, acestea sunt temele pe care **proiectul ludico-educativ gratuit conceput de Grupul Enel** le aduce în atenția elevilor din lumea întreagă. Cu un obiectiv foarte important pentru viitorul Planetei: **acela de a difuza în rândul tinerilor o cultură energetică responsabilă**, pornind de la cunoașterea resurselor și instalațiilor pentru a ajunge la distribuția energiei electrice în casele noastre și la modalitățile corecte de utilizare.

Este o sarcină asumată, care an de an se reînnoiește, implicând mii de elevi de **toate gradele de învățământ** prin intermediul unor **materiale on și off line și inițiative în teritoriu**. Ediția 2013, cu tema "Pătrunde în inima energiei", confirmă formula consolidată și propune **noutăți interesante** pentru a apropia tot mai mult tinerii, la școală și acasă, de temele energiei și sustenabilității.

Universul PlayEnergy este **complet gratuit**. Pentru a-l descoperi, începeți chiar de la aceste site: veți găsi secțiuni de aprofundare a cunoștințelor, multimedia, concursuri și un spațiu rezervat doar pentru voi!

Sursa: <http://playenergy.enel.com/playenergy/progetto>

ECOLIFE

Deci ...



Energy is...

1. **Innovation:** proiectați noi surse de energie sau noi tehnologii pentru producerea energiei electrice.
2. **Efficiency:** transformați-vă gesturile de zi cu zi în gesturi eficiente și sustenabile.
3. **Opportunity:** aplicați energia electrică în sectoare neexplorate.
4. **Creativity:** renașteți designul obiectelor electrice ce vă înconjoară.
5. **Territory:** creați un look propriu pentru centralele electrice de pe teritoriul vostru.
6. **Community:** imaginați-vă că duceți energia acolo unde aceasta nu există.
7. **Research:** împărtășiți din trucerile voastre pentru reducerea emisiilor de CO₂.
8. **Future:** proiectați-vă propriul oraș al viitorului: inteligent, inovator și ecologic.

Fabricația având la bază blocuri sau bare de siliciu

Celulele solare obisnuite pot fi confecționate după mai multe metode de fabricație.



Monocrystal de siliciu utilizat la fabricarea plăcilor de siliciu după procedeul Czochralski
Materia primă siliciu este al doilea element chimic din compoziția scoarței terestre în privința cantității. Se regăsește în compuși chimici cu alte elemente formând silicate sau cuarț. Siliciul brut numit și siliciu metalurgic se obține din cuarț prin topire în furnal. Reducerea siliciului se petrece cu ajutorul carbonului la o temperatură de cca 1700 °C, rezultând la fiecare tonă de siliciu metalurgic de puritate de cca 98-99 % în jur de 1,5 T de CO₂. Prin acest procedeu în 2002 s-au produs 4,1 T siliciu. Mare parte din acesta este utilizat de industrie la fabricare a oțelului și în industria chimică și numai o mică parte în microelectronică și la fabricarea de celule fotovoltaice. Din siliciul brut printr-un proces de fabricație în trepte bazat pe triclorșilan se obține siliciul policristalin de cea mai mare puritate.

Până în prezent (2006) în producție se recurge la o tehnologie Siemens bazat pe un procedeu de tip CVD condensare de vapori de siliciu, procedeu elaborat și optimizat pentru ramura de microelectronică. În microelectronică cerințele de calitate sunt total diferite de cele din fabricarea de celule fotovoltaice. Pentru fabricarea de celule solare este foarte importantă puritatea plăcii de siliciu în toată masa ei pentru a asigura o cât mai mare durată de viață pentru purtătorii de sarcină, pe când în microelectronică cerința de foarte înaltă puritate se rezumă în

principiu la stratul superior până la o adâncime de 20-30 μm. Deoarece între timp consumul de siliciu de înaltă puritate pentru fabricarea de celule fotovoltaice a întrecut pe cel pentru microelectronică, actualmente se fac cercetări intense pentru elaborarea de procedee de fabricare speciale mai ieftine optimizate pentru celule solare.

Cu toate că procesul de producție a siliciului pur este foarte energofag, energia consumată la fabricarea celulelor solare, în funcție de tehnologia utilizată, se poate recupera în 1,5 până la 7 ani. Dacă se ia în considerare că durata de viață a panourilor solare este de peste 20 ani bilanțul energetic rezultat este pozitiv.

Siliciul pur în continuare poate fi prelucrat în mai multe feluri. Pentru celule policristaline amintim procedeele de turnare Bridgman și EVG, pe când pentru cele monocristaline procedeul Czochralski. În fiecare din acestea în procesul fabricare a blocurilor sau barelor se face simultan și impurificare cu Bor.

Procedeul de turnare

Acesta se utilizează la fabricarea siliciului policristalin. Siliciul pur se topește într-un cuptor cu inducție după care se toarnă într-un recipient de formă pătrată în care se supune la un proces de răcire cât mai lent posibil în cursul căruia vor apare cristale cât mai mari posibil. Recipientul are dimensiunile 50*50 cm, masa solidificată având înălțimea de 30 cm. Blocul astfel solidificat se taie în mai multe blocuri mai mici cu lungimea de 30 cm. Un alt mod reprezintă turnare continuă, procedeu prin care materialul este turnat direct pe support la dimensiunile cerute. Avantajul constă în eliminare pierderilor rezultate din tăiere.

Un alt mod reprezintă turnarea continuă, procedeu prin care materialul este turnat direct pe support la dimensiunile cerute. Avantajul constă în eliminare pierderilor rezultate din tăiere.

Procedeul Bridgman

Procedeul numit după Percy Williams Bridgman este aplicat tot în procesul de fabricare a siliciului policristalin. Siliciul pur se topește tot într-un cuptor cu inducție dar procesul de răcire în urma căruia în masa topită se formează mari zone ocupate de câte un cristal are loc chiar în cuptor. Materialul se supune unei încălziri progresive pornind de la bază astfel încât în

ECOLIFE



momentul topirii stratului superior, la bază deja se produce întărirea materialului. Dimensiunile blocurilor obținute sunt mai mari (60*60 cm – 70*70 cm) cu înălțimea de 20-25 cm, și se procedează la tăierea lor în blocuri mai mici având lungimea de 20-25 cm.

Procedeul Czochralski

Este utilizat la fabricarea de bare lungi monocristaline. Înainte de tăierea plăcilor necesare celulelor, barele cilindrice rezultate se ajustează astfel încât să prezinte o secțiune pătrată.

Procedeul de topire zonală

Se mai numește și procedeu Float-Zone și se aplică tot la producerea monocristalelor de siliciu sub formă de bară. Puritya materialului obținut fiind superioară celei necesitate în confecționarea celulelor solare, și costurile fiind mari, procedeul este rar utilizat. Singura firmă ce utilizează acest procedeu este SunPower din Statele Unite.

Fabricare de waferi (discuri/plăci subțiri de siliciu)

Din barele de cristal vor fi secționate plăcuțe(wafer) cu un fierăstrău special constând dintr-o sârmă lungă pe care s-au aplicat particule de diamant și care este înfășurată pe cilindri ce se rotesc. Un bloc este complet secționat în plăcuțe de cca 0,18...0,28 mm la o singură trecere. Praful rezultat în urma debitării este inutilizabil și reprezintă până la 50 % din material.

Pentru obținerea de plăcuțe de siliciu la început se utiliza materia primă excedentară rezultată din fabricarea de circuite integrate, care nu corespundea calitativ dar era potrivită pentru fabricarea celulelor solare. Datorită cererii mult crescute a producției de panouri solare, această sursă are o importanță nesemnificativă.

Celulele monocristaline prezintă o suprafață omogenă, pe când la celulele policristaline se pot deosebi zone distincte cu cristale având orientări diferite, ceea ce creează o imagine asemănătoare florilor de gheață.

În stadiul de plăcuță(wafer) fața și reversul plăcuței nu se deosebesc.

Prelucrarea plăcilor de siliciu

Plăcile debitate vor fi trecute prim mai multe băi de spălare chimică pentru a înlătura defectele de

debitare și a pregăti o suprafață potrivită captării luminii. Pentru aceasta s-au elaborat diferite procedee utilizate de fabricanți.

În mod normal în această fază plăcile sunt deja impurificate cu bor. Aceasta înseamnă că se găsește deja un surplus de goluri care pot capta electroni deci avem o impurificare tip “p”. Pe parcursul procesului de fabricare a celulei solare pentru crearea unei joncțiuni “p-n” este necesar să impurificăm suprafața ei cu impurități de tip “n” ceea ce se poate realiza într-un cuptor într-o atmosferă de fosfor. Atomii de fosfor pătrund în suprafață și vor crea o zonă de cca 1 μm cu un surplus de electroni.

Pasul următor va consta în adăugarea unui electrod transparent din SiN_x sau TiO_2 .

Urmează imprimarea zonelor de conact și a structurii necesare pentru colectarea curentului generat. Fața celulei este prevăzută de cele mai multe ori cu două benzi pe care ulterior se vor fixa legăturile dintre mai multe celule. În afară de aceasta se va aplica o grilă conductoare foarte subțire, care pe de o parte deranjează foarte puțin intrarea luminii, pe de altă parte micșorează rezistența electrică a electrodeii. Reversul plăcii de regulă este complet acoperit cu un material bun conductor de electricitate.

După procesare, celulele vor fi clasificate după proprietățile lor optice și electrice, mai apoi sortate și asamblate în panouri solare.

Fabricarea plăcilor semiconductoare în mod direct

În dorința de a se evita detașarea plăcilor din blocuri, se găsesc diferite alte modalități ce permit fabricarea celulelor solare.

Procedeul EFG

EFG este prescurtarea de la Edge-defined Film-fed Growth. Prin acest procedeu dintr-o cadă de grafit încălzită electric se trag în sus tuburi octogonale de cca 6 până la 7 m cu o viteză de cca 1 mm/s. Lățimea unei fețe este de 10-12.5 cm, iar grosimea peretelui atinge cca 280 μm . Apoi tuburile vor fi tăiate de-a lungul canturilor cu un laser NdYAG, după care fiecare fațetă pe baza unei grile de-a latul. Astfel se pot realiza celule cu diferite dimensiuni (de exemplu 12.5*15 cm sau 12.5*12.5 cm). În acest fel se obține o întrebuințare de 80 % a materialului disponibil. Celulele astfel realizate sunt de obicei

ECOLIFE

policristaline, care la vedere se deosebesc clar de cele debitate, printre altele suprafața lor este mai ondulată. Acest procedeu se mai numește și procedeu octagonal sau de extrudare.

Procedeu EFG este utilizat de firma Schott Solar în Germania și a fost dezvoltat de firma ASE Solar din Statele Unite.

Procedeu String-Ribbon

Mai există un procedeu dezvoltat de firma Evergreen Solar din Statele Unite care constă în tragerea cu ajutorul a două fire a unei pelicule din siliciu topit. În cursul acestui proces rezultă mai puține deșeuri (șpan ce trebuie înlăturat) ca la procedeele uzuale.

Procedeu cu transfer de strat

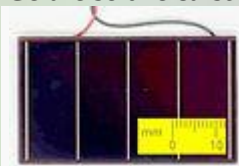
La acest procedeu direct pe un substrat (corp subțire solid, de obicei cu o orientare cristalină predefinită) se crește un monocristal de siliciu sub forma unui strat de cca 20 μm grosime. Ca material purtător se pot utiliza substraturi ceramice, sau siliciu supus unui tratament superficial. Placa(wafer) formată ca fi deprinsă de stratul purtător care în continuare va putea fi reutilizată. Avantajele procedurii constau în consumul de siliciu semnificativ redus datorită grosimii mici, și lipsa deșeurilor din debitare (pas ce nu mai are în acest procedeu). Randamentul atins este mare și se situează în domeniul celulelor monocristaline.

Celule din siliciu „murdar“

Procesul de topire și impurificare zonală se poate aplica și în cazul suprafețelor plate/straturi. Principiul constă în faptul că impurificarea, prin tratamentul termic (multiplă retopire prin deplasare laterală de exemplu cu ajutorul unui fascicul laser) al siliciului, poate fi concentrată în câteva locuri.

Alte tipuri de celule solare

Celule solare cu strat subțire



Celule solare cu strat subțire din siliciu amorf pe sticlă, 4 celule pe rând



Vedere din spate (din partea stratului, lăcuit maro)



Tipuri de celule solare

Celulele solare cu strat subțire se găsesc în diferite variante după substrat și materialul condensat având o varietate a proprietăților fizice și a randamentului pe măsură. Celulele solare cu strat subțire se deosebesc de celulele tradiționale (celule solare cristaline bazate pe plăci de siliciu) înainte de toate în tehnologia de fabricație și grosimea stratului materialului întrebuintat. Proprietățile fizice ale siliciului amorf, care se deosebesc de cele ale siliciului cristalin determină proprietățile celulelor solare. Anumite proprietăți nu sunt încă pe deplin clarificate din punct de vedere teoretic.

Chiar și la celulele solare cristaline lumina este absorbită deja într-un strat superficial (de o adâncime de cca 10 μm). Ar fi deci de preferat să se fabrice celulele solare cu un strat foarte subțire. În comparație cu celulele din plăci de siliciu cristalin celule cu strat subțire sunt de 100 de ori mai subțiri. Celulele cu strat subțire se obțin de cele mai multe ori prin condensarea din fază gazoasă direct pe un material purtător care poate fi sticlă, folie metalică, material sintetic, sau alt material. Procesul costisitor de debitare a blocurilor de siliciu descris în capitolul anterior poate fi deci eliminat. Cel mai întrebuintat material pentru celulele cu strat foarte subțire este siliciul amorf (a-Si:H). Modulele cu celule de acest tip au o durată de viață lungă. Testele confirmă un randament stabil pe o perioadă de mai mult de 10 ani.

Alte materiale ce se mai pot întrebuinta sunt siliciul microcristalin ($\mu\text{c-Si:H}$), arseniura de galiu (GaAs), telurura de cadmiu (CdTe) sau



ECOLIFE

legături cupru-indiu-(galiu)-sulf-seleniu, așa numitele celule CIS, respective celule CIGS unde în funcție de tip S poate însemna sulf sau seleniu.

Modulele pe bază de celule cu strat subțire CIS au atins deja un randament de 11-12 % vezi egal cu cel al modulelor multicristaline cu siliciu.

Pentru producerea de curent electric este de dorit un randament mai mare, pe care parțial îl pot oferi și celulele cu strat subțire. Se pot atinge randamente în jur de 20 % (de exemplu 19,2 % cu celule CIS).

Totuși randamentul nu este singurul criteriu în alegere, de multe ori mai importante sunt costurile la care se poate produce curent cu ajutorul panourilor solare, iar acestea sunt determinate de procedeul de fabricație utilizat și de prețul materiei prime.

Una din proprietățile avantajoase a celulelor cu strat subțire constă în faptul că nu necesită un substrat rigid ca de exemplu sticlă sau aluminiu. La celulele solare flexibile ce pot fi fixate pe rucsac sau cusute pe haină, se acceptă un randament mai scăzut deoarece factorul greutate este mai important decât transformarea optimă a luminii în energie electrică.

O altă proprietate avantajoasă a celulelor cu strat subțire, mai ales al celor din siliciu amorf este că ele au un mod de fabricație mai simplu și pot avea o suprafață efectivă mai mare. Din acest motiv ele au un segment de piață semnificativ.

Utilajele de fabricație parțial sunt identice cu cele utilizate în fabricarea de ecrane plate, și se pot obține straturi cu o suprafață de peste 5 m². Cu procedeul de fabricație bazat pe siliciu amorf se pot produce și straturi subțiri din siliciu cristalin, așa numitul siliciu microcristalin combinând proprietățile siliciului cristalin ca material pentru celule solare cu avantajele metodelor utilizate în tehnica filmului subțire. Prin combinarea siliciului amorf și a celui microcristalin au fost obținute mărimi substanțiale de randament în ultimul timp.

Un procedeu de producere a celulelor cu strat subțire din siliciu este CSG (Crystalline Silicon on Glass); prin acesta se depune un strat subțire de mai puțin de 2 μm direct pe o suprafață de sticlă; după un tratament termic se obține

structura cristalină. Circuitele pentru curentul electric se aplică cu ajutorul tehnicii laser și celei utilizate în imprimantele cu jet de cerneală. Pe baza acestei tehnologii se construiește o fabrică în Germania, care ar trebui să producă primele module în 2006. (Sursa: CSG Solar)

Celule cu concentrator

La acest tip de celulă se economisește suprafață de material semiconductor prin faptul că lumina este concentrată pe o suprafață mai mică prin utilizarea lentilelor, acestea fiind mult mai ieftine decât materialul semiconductor. În mare parte la acest tip de celule se utilizează semiconductori pe bază de elemente din grupa III-V de multe ori aplicate în tandem sau pe trei straturi. Din cauza utilizării lentilelor, panourile cu acest tip de celule trebuie orientate încontinuu perpendicular pe direcția razelor solare.

Celule solare electrochimice pe bază de pigmenți

Acest tip de celule se mai numesc și celule Grätzel. Spre deosebire de celulele prezentate până acum la celule Grätzel curentul se obține prin absorbție de lumină cu ajutorul unui pigment, utilizându-se oxidul de titan ca semiconductor. Ca pigmenți se utilizează în principiu legături complexe al metalului rar ruthenium, dar în scop demonstrativ se pot utiliza și pigmenți organici, de exemplu clorofila, sau anthocian (din mure) (dar au o durată de viață foarte redusă). Modul de funcționare al acestui tip de celule nu este încă pe deplin clarificat; este foarte probabilă utilizarea comercială, dar tehnologia de producție nu este pusă la punct.

Celule solare din compuși organici

Celule solare din compuși organici utilizează legături carbon-hidrogen care au proprietăți semiconductoare. În acești semiconductori lumina excită goluri/electroni din legăturile de valență, care însă au un spectru de lungime de undă destul de restrâns. De aceea deseori se utilizează două materiale semiconductoare cu nivele de energie puțin diferite pentru a împiedica dispariția acestor purtători. Randamentul pe o suprafață de 1cm² se cifrează la maximal 5 % (situația la nivel de ianuarie 2007).



ECOLIFE

Celule bazate pe fluorescență

Este vorba de celule solare, care mai întâi produc lumină de lungime de undă mai mare prin fenomenul de fluorescență, ca mai apoi să o transforme la marginile plăcii.

Istoric

Deja și în Grecia antică se știa că energia luminii se poate utiliza, astfel se pare că la asediul Siracuzei în anul 212 înaintea erei noastre grecii au concentrat lumina solară cu oglinzi și au îndreptat-o către flota asediatoare a romanilor, incendiind-o. Tot grecii au fost și cei care au utilizat energia luminoasă în scop pașnic aprinzând cu ea flacăra olimpică. În 1839 Alexandre Edmond Becquerel a descoperit că o baterie expusă la soare produce mai mult curent electric decât una neexpusă. Pentru acest experiment a măsurat diferența de potențial dintre doi electrozi de platină situați unul pe fața luminată și celălalt pe fața umbrată a recipientului și scufundați într-o baie de soluție chimică acidă. Când a expus această construcție la soare a observat trecerea unui curent printre electrozi. Așa a descoperit efectul fotoelectric pe care însă nu îl putea explica încă. Mărirea conductivității seleniului a fost demonstrată în 1873. Zece ani mai târziu a fost confecționat prima celulă fotoelectrică "clasică". După încă zece ani în 1893 a fost confecționat prima celulă solară care producea electricitate. În 1904 fizicianul german Philipp Lenard a descoperit că lumina incidentă pe anumite suprafețe metalice eliberează electroni din suprafața acestuia și astfel a oferit prima explicație referitoare la efectul fotoelectric. Totuși el nu știa încă de ce și la care metale se produce acest efect. Cu toate acestea pentru această descoperire el a obținut premiul Nobel pentru fizică în anul 1905. Rezolvarea problemei a venit de la Albert Einstein în 1905 când cu ajutorul teoriei cuantice a explicat dualitate luminii ea fiind prezentă în același timp și ca particulă și ca undă. Până atunci se credea că lumina este doar energie cu diferite lungimi de undă. Einstein în experimentele sale a constatat că lumina în unele situații se comportă ca o particulă, și că energia fiecărei particule sau foton depinde doar de lungimea de undă. El a descris lumina ca o serie de gloanțe ce ating suprafața materialului. Dacă

aceste gloanțe au suficientă energie, un electron liber din metalul atins de foton se va elibera din structura acestuia. Totodată a constatat că energia cinetică maximă a electronului este independentă de intensitatea luminii și depinde doar de energia fotonului care l-a eliberat. Această energie depinde totodată numai de lungimea de undă respectiv frecvența luminii. Pentru lucrările sale privind fenomenul fotovoltaic, a obținut premiul Nobel pentru fizică în anul 1921. Descoperirea în anul 1949 a joncțiunii p-n de către William B. Shockley, Walther H. Brattain și John Bardeen a fost încă un pas mare în direcția celulelor. După această descoperire fabricării celulei solare în forma cunoscută astăzi nu îi mai sta nimic în cale. Fabricarea primei celule solare în 1954 în laboratoarele firmei americane Bell se datorează totuși unei întâmplări fericite. Angajații firmei sub conducerea lui Morton Price au observat când cercetau un redresor cu siliciu, că acesta producea mai mult curent când era expus la soare. Ca urmare firma Bell prin contribuția domnilor Chapin, Fuller și Pearson a dezvoltat în 1953 primele celule solare din siliciu impurificate cu arsen dar care aveau un randament de doar 4 % care a fost mărit la 6 % prin schimbarea impurificării. În 1958 au fost testate celule solare pentru prima dată pe sateliul Vanguard I dotat cu un panou solar având 108 celule solare pe bază de siliciu. Rezultatele obținute au fost peste așteptări – până în ziua de azi sondele spațiale până dincolo de marte sunt alimentate cu curent produs de celulele solare, iar în anul 2011 se va lansa sonda spațială Juno care va fi prima sondă spațială spre Jupiter alimentată cu curent produs de celule solare. S-au atins în spațiu randamente de până la 10,5 %. Aceste rezultate nu se puteau realiza pe pământ și datorită condițiilor diferite din spațiu unde nu se regăsește ritmul zi-noapte și lumina naturală nu este absorbită parțial de atmosferă și nori, totodată radiațiile cosmice conduc la o îmbătrânire mai rapidă a celulelor solare decât pe pământ. De aceea industria și cercetarea încearcă obținerea unor randamente tot mai mari în paralel cu prelungirea duratei de viață. Randamentul teoretic pentru celule solare pe bază de siliciu se consideră a fi de 29 % pentru



ECOLIFE

condițiile de irradiație pe spectrul din zona de mijloc. Mandelkorn și Lamneck au mărit durata de viață a celulelor solare în 1972 printr-o reflectare a purtătorilor de sarcină minoritari după ce au introdus un strat numit black surfaces field (BSF) în stratul impurificat “p”. În 1973 Lindmayer și Ellison au confecționat așa numita celulă mov ce avea un randament de 14 %. Prin reducerea reflexiei în 1975 s-a mărit randamentul la 16 %. Aceste celule s-au numit celule CNR (Comsat Non Reflection; Comsat = Telefonsatelit) și au fost concepute pentru sateliți. Criza de la începutul anilor 70 a condus la creșterea prețurilor produselor petroliere având ca rezultat creșterea prețului energiei. Acest lucru a impulsionat cercetările în domeniul celulelor solare. În 1980 s-a început organizarea de concursuri de automobile acționate cu energie electrică obținută de la module solare. În 1981 un avion acționat de energie solară a traversat Canalul Mânecii. Între timp Green precum și specialiștii de la Universitatea Stanford și cei de la Telefunken au dezvoltat cellule solare cu un randament în jur de 20 %.

Forme și mărimi

La începutul comercializării panourilor solare, celulele aveau o formă rotundă, păstrând forma barelor de siliciu din care au fost debitate. Această formă azi este rar utilizată locul ei fiind preluat de formele dreptunghiulare de cele mai multe ori pătrate având colțurile mai mult sau mai puțin teșite. Până la sfârșitul anilor 1990 celulele solare aveau cel mai des mărimea de fabricație de 100*100 mm (în jargonul de specialitate numite celule de 4 țoli). După aceea au fost introduse pe scară tot mai largă celulele cu latura de 125 mm, și de prin anul 2002 și celulele cu latura de 150 mm se utilizează tot mai des în modulele standard și se prevede că nici celulele de 200*200 nu vor fi o raritate în viitor.

În procesul debitare rezultă și plăci de dimensiuni mai mici, care pot genera aceeași tensiune doar cu un curent mai mic datorită suprafeței mai mici, și care își găsesc aplicația în aparatele cu consum mic.

Prin procedeul EFG rezultă și patrulatere cu laturi de lungimi diferite.

Îmbătrânirea

Prin îmbătrânire înțelegem modificarea parametrilor de funcționare a elementelor semiconductoare a celulelor solare în timp. În cazul de față în special scăderea randamentului pe parcursul vieții acestora.

Perioada luată în considerare este de cca 20 ani, în condiții de utilizare terestră, randamentul scade cu cca 10 %, pe când în spațiu acest procent se atinge într-un timp mult mai scurt datorită câmpurilor de radiații mult mai puternice.

Pierdere de randament în utilizare se datorează în multe cazuri unor cauze banale independente de celulele solare. Aici enumerăm murdărirea suprafețelor sticlei de protecție a modulelor, mușcărea pornind de la rama modulului, umbrirea modulelor de către vegetația din jur crescută între timp, îngălbierea polimerilor care constituie materialul de contact între celulă și sticlă.

Celule solare cristaline

La celulele solare actuale randamentul este de cca 12 - 17 %. Adesea fabricantul acordă o garanție la randament de 80 - 85 % (la puterea de vârf) după 20 ani. Rezultă deci după un timp de utilizare îndelungat pierderi destul de limitate, ceea ce îndreptățește utilizarea sistemelor cu panouri solare.

Pentru îmbătrânirea propriu-zisă a celulelor solare răspunzător sunt defecte provenite din recombinare, ceea ce reduce durata de viață a purtătorilor de sarcină cu cca 10 % față de valoarea inițială. În celulele fabricate după procedeul Czochralski îmbătrânirea este produsă de crearea de compuși complecși cu bor-oxigen.

Celule solare amorfe

Aceste celule ating un grad avansat de îmbătrânire de până la 25 % în primul an de funcționare de aceea pentru acest tip de panouri solare în caracteristicile tehnice din documentele de însoțire nu se dă puterea atinsă la fabricație ci puterea de după procesul de îmbătrânire. Ca urmare acest tip de panouri au caracteristici mai bune la cumpărare decât cele din documente. Îmbătrânirea se produce sub acțiunea luminii și este rezultatul așa numitului effect Staebler-Wronski(SWE). În cadrul acestuia siliciul hidrogenat amorf (a-Si:H) metastabil trece



ECOLIFE

printr-o fază de creștere concentrației defectelor cu un ordin de mărime, paralel cu scăderea conductivității și deplasarea nivelului Fermi către mijlocul distanței dintre banda de valență și banda de conducție. După cca 1000 ore de expunere la soare, celulele de siliciu amorf ating un grad de saturare stabil.

Caracteristici tehnice

Parametrii tehnici ai celulelor solare sunt dați pentru condiții standard (STC, Standard Test Conditions):

- Intensitate luminoasă de 1000 W/m^2 în zona panoului,
- Temperatura celulei solare constant 25°C ,
- Spectrul luminii AM 1,5 global; DIN EN 61215, IEC 1215, DIN EN 60904, IEC 904.

AM 1,5 global indică slăbirea luminii solare la suprafața pământului în funcție de latitudine datorită parcurgerii unei mase mai mari de aer proporțional cu latitudinea (în acest caz se consideră latitudinea de 50°). Aceasta corespunde condițiilor de vară din Europa centrală din nordul Italiei până în centrul Suediei. În iarnă condițiile corespund unor valori de AM 4 până la AM 6. Prin absorbție atmosferică și spectrul luminii ce cade pe panou se deplasează. Global indică faptul că lumina este compusă atât din lumina difuză cât și din cea directă.

Este de remarcat că în realitate îndeosebi vara la prânz, temperatura celulelor solare (în funcție de poziție, condiții de vânt etc.) poate atinge 30 până la 60°C ceea ce are ca urmare o scădere a randamentului. Din acest motiv se ia în calcul un alt parametru, P_{NOCT} care indică puterea la temperatura de funcționare normală (normal operating cell temperature).

Caracteristica current-tensiune a unei celule solare, luminat și neluminat

Prescurtări utilizate:

- SC: Short Circuit - scurtcircuit
- OC: Open Circuit - mers în gol
- MPP: Maximum Power Point - punctul de putere maximă
- PR: Performance Ratio Qualitätsfaktor Factor de performanță, indică porțiunea în care panoul furnizează curentul la valori nominale.

Caracteristicile unei celule solare sunt:

- Tensiunea de mers în gol U_{OC} (auch V_{OC})
- Curentul de scurtcircuit I_{SC}
- Tensiunea în punctul optim de funcționare U_{MPP} (auch V_{MPP})
- Curentul în punctul de putere maximă I_{MPP}
- Puterea maximă estimată P_{MPP}

$$FF = \frac{P_{\text{MPP}}}{U_{\text{OC}} \cdot I_{\text{SC}}}$$

- Factor de umplere
- Coeficient de modificare a puterii cu temperatura celulei
- Randamentul celulei

$$\eta = \frac{P_{\text{MPP}}}{A \cdot P_{\text{opt}}}$$

solare la o suprafață iluminată A și intensitate luminoasă P_{opt}

Celulele solare deci pot ceda o putere de 160 W/m^2 . Incluse în module puterea pe suprafață va fi mai scăzută pentru că între celule și marginea modulului este o distanță.

Randamentul este raportul dintre puterea debitată de panou și putere conținută în lumina incidentă totală. Semiconductoare cu zona interzisă stabilă utilizează doar o parte a luminii solare. Randamentul teoretic maxim ce poate fi atins în acest caz este de 33% , pe când randamentul teoretic maxim la sistemele cu mai multe benzi interzise care reacționează la toate lungimile de undă a luminii solare este de 85% .

Material	Randament(AM1,5)	Durată de viață	Cost uri
Siliciu amorf	5-10 %	< 20 J ani	
Siliciu policristalin	10-15 %	25-30 ani	5 EUR/W
Siliciu monocristalin	15-20 %	25-30 ani	10 EUR/W
Arseniura de galiu (monostrat)	15-20 %		
Arseniura de galiu (doua straturi)	20 %		
Arseniura	25 % (30% la	>20 ani	20-100

ECOLIFE

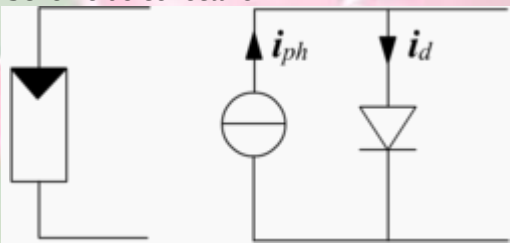
de galiiu (trei straturi)	AM0)		EUR/W
---------------------------	------	--	-------

Randamentul celulelor solare comerciale este de cca 20 %, iar modulele construite cu acestea ating un randament de cca 17 %. Recordul pentru celulele fabricate în condiții de laborator este de 24,7 % (University of New South Wales, Australia), din care s-au confecționat panouri cu un randament de 22 %. Prețul acestor module fabricate prin procedeul de topire zonală este de cca 200 Euro pe celulă la o suprafață a celei de 21,6 cm², corespunzând unui cost de 5-10 Euro/W. Sistemele GaAs au costuri de 5 până la 10 ori mai mari.

Îmbătrânirea conduce la scăderea randamentului cu cca 10 % în 25 ani. Fabricanții dau garanții pe cel puțin 80 % din puterea maximă în 20 ani.

În spațiu constanta solară este mai mare decât iluminarea globală pe pământ, totodată celulele solare îmbătrânesc mai repede. Panourile pentru sateliți ating momentan (2005) un randament de 25 % la o durată de viață de 15 ani^[5].

Scheme de conectare



Schemă de conectare și schemă echivalentă a unei cellule solare

Semnul convențional pentru o celulă solară indică asemănător unei diode sau fotodiode prin interediul unei săgeți sensul curentului pentru conectare. Caracteristica unei cellule solare se deosebește totuși de cea a unei fotodiode ideale. Pentru a modela aceste diferențe, există mai multe scheme echivalente.

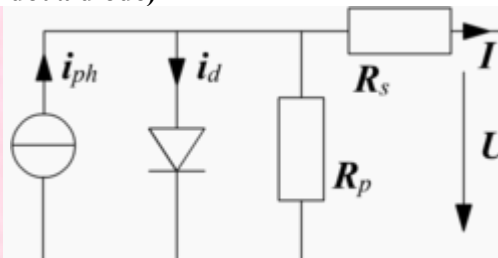
Schemă echivalentă simplificată

Schema este compusă dintr-o sursă de curent legată în paralel cu o diodă ideală. Această sursă produce un curent dependent de intensitatea luminii și este modelat de fotocurentul I_{Ph} . La valoare curentului total contribuie și curentul prin diodă I_D (siehe Diode) zu



$$I = I_{Ph} - I_D = I_{Ph} - I_S \left[e^{\frac{U_D}{n \cdot U_T}} - 1 \right]$$

Schemă echivalentă extinsă (Model cu una sau două diode)



Model de celulă solară cu o diodă

Schema extinsă ține cont de parametri reali ai elementelor componente care apar în procesul de fabricație. Prin aceasta se încearcă modelarea cât mai exactă din punct de vedere electric a celulei solare.

Față de schema echivalentă simplificată la cea extinsă cu o diodă, schema se întregeste cu o rezistență legată în paralel și una legată în serie.

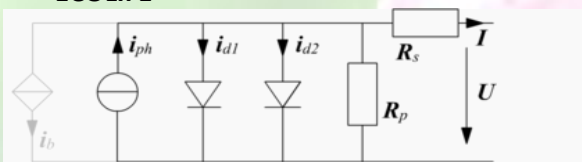
- Rezistanța în paralel R_p ia în considerare defectele de cristal, impurificări neomogene și defecte de material prin care apar curenți de pierdere care traversează joncțiunea p-n. La celule solare bine construite această rezistență este relativ mare.
- Cu rezistența în serie R_s se iau în considerare efectele în urma cărora crește rezistența totală a elementelor componente. Acestea sunt în principal rezistența semiconductorului, rezistența contactelor și a legăturilor. La celulele solare această rezistență trebuie să fie cât se poate de mică.

Formula pentru curentul total în acest model este o funcție recursivă și arată astfel:

$$I = I_{ph} - I_d - \frac{U_p}{R_p} = I_{ph} - I_S \left[e^{\frac{U + R_s \cdot I}{n \cdot U_T}} - 1 \right] - \frac{U + R_s \cdot I}{R_p}$$



ECOLIFE



Model cu două diode cu sursă cu limitare de tensiune la efectul de avalanșă la tensiune inversă.

Față de cea anterioară acestei scheme i se mai adaugă o diodă cu alți parametri pentru a evidenția funcționarea în regim de tensiune inversă. Formulele pentru această schemă conțin referiri la conductivitatea g_b , tensiunea de străpungere U_b și coeficientul exponențial de avalanșă și arată astfel: n_b :

$$I = I_{ph} - I_b - I_{S1} \left[e^{\frac{U + R_s \cdot I}{n_1 U_T}} - 1 \right] - I_{S2} \left[e^{\frac{U + R_s \cdot I}{n_2 U_T}} - 1 \right] - \frac{U + R_s \cdot I}{R_p}$$

$$I_b = g_b \cdot (U + R_s \cdot I) \cdot \left(1 - \frac{U + R_s \cdot I}{U_b} \right)^{-n_b}$$

Amortizarea energetică și eficiența energetică

Amortizarea energetică este momentul în care energia consumată pentru fabricarea celei fotovoltaice este egalată de cea produsă în timpul exploatării. Cel mai bine se prezintă din acest punct de vedere celulele cu strat subțire. Un panou solar (fără cadru) cu astfel de celule se amortizează în 2-3 ani, Celulele policristaline necesită până la amortizare cca 3-5 ani, pe când cele monocristaline 4-6 ani. Deoarece un sistem cu panouri solare include și suportii de montare, invertor etc. durata de amortizare energetică se mărește cu cca 1 an.

Protecția mediului

În fabricarea de celule solare se utilizează parțial și materiale dăunătoare sănătății și mediului. Exemplu în acest sens prezintă celulele cu strat subțire CdTe și arseniura de galiu și mult discutatele celule solare de tip CIS și CISG. Producția în masă și utilizarea pe suprafețe extinse a acestora trebuie bine cântărită. Dar și producția de celule cu siliciu tradiționale ascunde pericole pentru mediu. Pentru persoane neavizate aceste riscuri ce sunt legate de procesul de fabricație nu sunt vizibile. Aici intervine cerința de a promova selectiv tehnologiile de fabricare a celulelor solare ce nu

distrug mediul și care pe baza progreselor tehnologice promet avantaje concurențiale.

Sursa: www.wikipedia.com

Ana Cârștică X C

Resurse de energie regenerabile

Energia eoliană este energia vântului, o formă de energie regenerabilă. La început energia vântului era transformată în energie mecanică. Ea a fost folosită de la începuturile umanității ca mijloc de propulsie pe apă pentru diverse ambarcațiuni iar ceva mai târziu ca energie pentru morile de vânt.

Ele au evoluat ca putere de la 25-30 KW la început până la 1500 KW (anul 1988), devenind în același timp și loc de depozitare a materialelor prelucrate. Morile de vânt americane pentru ferme erau ideale pentru pomparea de apă de la mare adâncime.

Turbinele eoliene moderne transformă energia vântului în energie electrică producând între 50-60 KW

Puterea vântului este folosită și în activități recreative precum windsurfing-ul. La sfârșitul anului 2010, capacitatea mondială a generatoarelor eoliene era de 194 400 MW.



Fundamentul energiei eoliene moderne



ECOLIFE

Vânturile se formează deoarece soarele nu încălzește Pământul uniform, fapt care creează mișcări de aer. Energia cinetică din vânt poate fi folosită pentru a roti niște turbine, care sunt capabile de a genera electricitate

Siguranța energiei eoliene

Energia eoliană este o energie curată și regenerabilă dar este intermitentă, având variații în timpul zilei și al anotimpului, și chiar de la un an la altul. Turbinele eoliene operează cam cam 60% din an în regiunile mcu vânt. Prin comparație, uzinele de cărbune operează la circa 75-85% din întreaga capacitate.

Turbinele eoliene au reputația de a fi longevive. Multe turbine produc energie de la începutul anilor 80. Multe mori de vânt de fermă americane sunt folosite de generații întregi. Unele mori de vânt tradiționale europene ating venerabila vârstă de 300 de ani.



Ionescu Laura

Dutescu Ana-Maria Luisa

Stoica Nicoleta Gabriela X C

Centrale solare cu jgheaburi parabolice



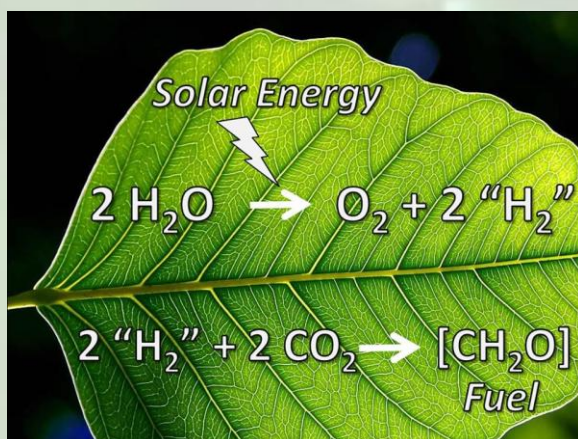
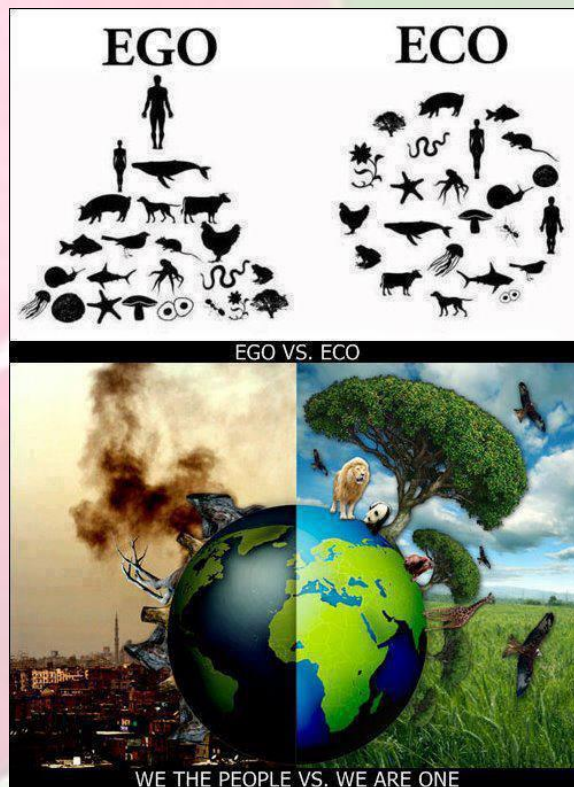
Colectoarele cu jgheaburi parabolice la Kramer Junction în California Colectoarele cu jgheaburi parabolice sunt constituite din oglinzi lungi curbate transversal pe un profil de parabolă concentrând fluxul radiației solare pe un tub absorbant situat în linia focală. Lungimea acestui tip de colectoare este cuprinsă în funcție de tip între 20 și 150m. Tubul absorbant este constituit dintr-o țevă de metal acoperită în exterior cu un strat absorbant și prin care curge agentul termic și care este în interiorul unui alt tub, de astă dată de sticlă de borosilicat rezistent la acțiuni mecanice și chimice fiind acoperit de un strat antireflectorizant. Între cele două tuburi este creat vid pentru a reduce pierderile prin convecție. Energia radiației solare este transformată în energie calorică și cedată agentului termic. Oglinzile parabolice sunt așezate de regulă în rânduri una după alta pe direcția N-S. Având un singur grad de libertate, rotația în jurul axei focale. Încă din anul 1912 s-au utilizat colectoare cu jgheaburi parabolice de către firma Shumann und Boys pentru generarea de aburi necesari acționării unei pompe de 45kW în Meadi/Egipt. Colectoarele aveau o lungime de 62m și acopereau o suprafață de 1200m². Între 1977 și 1982 au fost puse în funcțiune în SUA instalații pilot utilizând colectoare cu jgheaburi parabolice. În 1981 a fost pusă în funcțiune o instalație pilot de producere energie electrică de 500kW la European Test Centre for Solar Energy Applications din Plataforma Solar de Almería situat la marginea deșertului desierto de Tabernas Exploatarea comercială a acestui tip de centrale a început în anul 1984 în SUA în deșertul Mojave din California. Cele 9 centrale *SEGS* = *Solar*



ECOLIFE

Electricity Generation System au o putere instalată totală de 354 MW. În colectoarele cu jgheaburi parabolice cu o lăţime de 6m şi o lungime de până la 180m se poate atinge o temperatură de 400°C. Randamentul centralei este de 14% şi asigură energia necesară pentru cca 200000 locuinţe. În luna iunie 2007 s-a dat în funcţiune centrala Nevada Solar One de lângă Boulder City/Nevada cu o putere instalată de 64MW cu posibilitatea de extensie până la 200MW. Energia termică este produsă de 19.300 oglinzi de 4m lungime înzestrate cu conducte absorbante (PTR70 Receiver) livrate de către firma SCHOTT AG. Se prevede construirea de centrale similare în Maroc, Algeria, Mexic şi Egipt. Din anul 2006 se află în stadiu de construcţie centrala Andasol 1 de 50MW, în prezent cea mai mare din Europa, proiectată de firma Solar Millennium

Sursa: http://ro.wikipedia.org/wiki/Central%C4%83_solar%C4%83



ECOLIFE



Postere



ENERGIE VERDE

"Energie verde" este un termen care se referă la surse de energie regenerabilă și nepoluantă. Electricitatea generată din surse regenerabile devine din ce în ce mai disponibilă. Prin alegerea unor astfel de surse de energie regenerabilă consumatorii pot sustine dezvoltarea unor energii curate care vor reduce impactul asupra mediului asociat generării energiei convenționale și vor crește independența energetică.

Energie

Regenerabilă



Dintre sursele regenerabile de energie fac parte:

- energia eoliană, uzual exprimat - energie de vânt
- energia solară

ECOLIFE



Colectiv redacțional:

Profesor coordinator:
Nectara Elena Mircioagă

Redactori: Ana Cârștică
Marius Dorobanțu
Colectivul clasei X C.

