



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

PILĂ SOLARĂ FOTOVOLTAICĂ ÎN BAZA CONTACTULUI n-In As – GEL CE CONȚINE PERECHEA REDOX St^{2+/4+}

Ion ȚIULEANU, Constantin ȚIULEANU, Alexandr ȚIULEANU

CELL SOLAR PHOTOVOLTAIC ON THE CONTACT N -IN AS - GEL CONTAINING PAIR REDOX ST2 + / 4 +

In the article described the possibilities of obtaining some spectral and photoelectric properties of solar element based an photo electrochemical chain (+) Cu-C-MnO₂-Gel-n-InAs-Cu (-).

Keywords: converting photo electrochemical solar, solar cell

Cuvinte cheie: convertizor fotoelectrochimic pentru energia solară, pilă solară

1. Introducere

Este cunoscut [1], că fiabilitatea și eficacitatea pilelor solare regenerative sunt determinate, de fotocorozia lentă a suprafeței active a fotoelectrozilor semiconductorici și de rezistența electrică internă, determinată de mobilitatea mică a ionilor perechi redox, cât și de polarizarea electrozilor folosiți ca bornă pozitivă. În acest sens, este binevenită folosirea gelurilor cu o conductivitate electrică mare, determinată de mișcarea ionilor perechi redox prin salturi [2] și a unor depolarizanți, cum ar fi MnO₂, HgO, aerul etc. [3].

2. Structura pilei solare

Pila solară regenerativă experimentală (figura 1) prezintă un vas din sticlă organică cu peretele frontal transparent pentru lumina

incidentă. Pe suprafața exterioră a peretelui din spate este fixat fotoelectrodul din $n\text{-InAs}$ monocristalin de orientare cristalografică (100) cu concentrația electronilor liberi de echilibru $n \approx 2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ la temperatura de 300 K. Fotoelectrodul, cu grosimea $\sim 1,5 \text{ mm}$ și suprafața activă adaptată construcției pilei, contactează direct cu gelul.

Pe suprafața din spate a fotoelectrodului se află un contact ohmic din cupru, care servește drept bornă negativă a pilei.

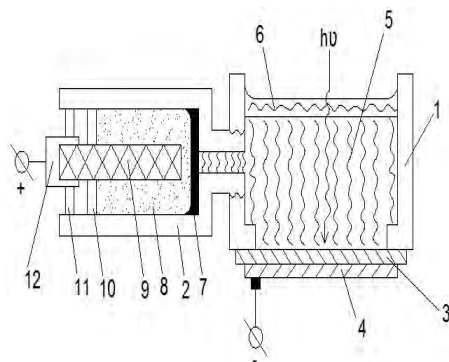


Fig. 1

$h\nu$ – lumina incidentă; 1 – corpul pilei din sticlă organică; 2 – corpul electrodului pozitiv din europlast; 3 – fotoelectrodul din $n\text{-InAs}$; 4 – contactul ohmic din Cu ; 5 – cavitatea pentru gel; 6 – pelicula subțire din lac incolor; 7 – captușeala din hârtie de filtru; 8 – MnO_2 ; 9 – bară din cărbune; 10 – capac din hârtie de transformator; 11 – capac din carton; 12 – capac din alamă

Ca bornă pozitivă servește electrodul compus din bara de cărbune afundată în bioxidul de mangan (MnO_2) ce contactează cu gelul print r - o căptușeală din hârtie de filtru.

3. Obținerea gelului

Pentru obținerea gelului este nevoie de aquasoluții de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ și de Na_2SiO_3 .

Aquasoluția de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ se obține prin dizolvarea staniului metalic în acid clorhidric diluat până la saturație, iar aquasoluția de Na_2SiO_3 se obține prin dizolvarea lipiciului silicat în apă distilată în proporție: 2 picături de lipici silicat comercial la 1 ml de apă distilată. Pe parcursul timpului o parte de SnCl_2 oxidându - se se preface în SnCl_4 , așa că în aquasoluție sunt prezenți ionii Sn^{2+} și Sn^{4+} hidratați.

Pentru a obține gelul necesar trebuie ca în cavitatea 5 (figura 1) să se toarne ambele aquasoluții în raport $\text{SnCl}_2 : 2\text{H}_2\text{O} = 2:1$.

Amestecul de aquasoluții pe parcursul a 12 ore, la temperatura de cameră, se gelifică. După gelificare pila solară, după dorință, poate primi orice poziție în spațiu.

4. Principiul de funcționare a pilei solare

Schematic principiul de funcționare a pilei solare (figura 2) este similar celui descris în [2] și constă în următoarele: inițial cavitatea 5 (figura 1) a pilei solare experimentale este umplută cu aquasoluțiile de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ și de Na_2SiO_3 . Ultimele conțin ioni de H^+ , Na^+ , OH^- , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Cl^- și SiO_3^{2-} . Ionii Cl^- și SiO_3^{2-} fiind preferențial adsorbiți [4] pe suprafața activă a fotoelectrodului din $n\text{-InAs}$, împreună cu electronii liberi captați din volumul acestuia de către stările energetice acceptoare de pe suprafața lui, prin sarcina electrică negativă acumulată, contribuie împreună cu sarcina pozitivă indusă în fotoelectrod, la crearea câmpului electric de intensitatea $\vec{E} \approx 10^4 \text{ V/cm}$ cu direcția spre aquasoluții (figura 2).

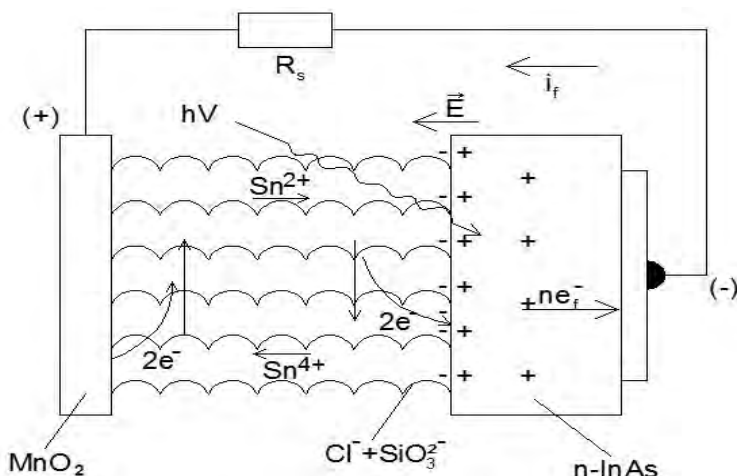


Fig. 2 Ilustrarea schematică a principiului de funcționare a pilei solare

Câmpul electric creat contribuie semnificativ la distribuirea pe parcurs a sarcinilor electrice fotogenerate de lumina $h\nu$ în regiunea sarcinilor electrice pozitive din volumul fotoelectrodului. Electronii fotogenerați ne_f sunt respinși de către câmpul \vec{E} spre contactul ohmic, deci spre borna negativă a pilei. Totodată golurile fotogenerate sunt deplasate de acest câmp \vec{E} către suprafața de contact gel – fotoelectrod.

Prin circuitul exterior R_s electronii fotogenerați ne_f și stocați pe borna negativă sunt deplasați spre borna pozitivă a pilei. În procesul de

funcționare circuitul interior, cu rezistență minimă, este realizat de gelul primit din aquasoluțiile de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ și de Na_2SiO_3 .

Se presupune că rezistența minimă internă a gelului este determinată de mobilitatea majoră prin salturi a ionilor Sn^{4+} și Sn^{2+} pe suprafața fibrelor rețelei spațiale a gelului și de reacția chimică reversibilă $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$.

5. Rezultatele experimentale

1) Dependența spectrală a transparenței optice T a stratului de gel cu grosimea de 1 cm este prezentată în figura 3 (curba 1). Relația dintre valoarea T și lungimea de undă λ a luminii incidente în intervalul $(400 \div 1000) \text{ nm}$ se aproximează prin

$$T = \text{const} \sqrt{\lambda} .$$

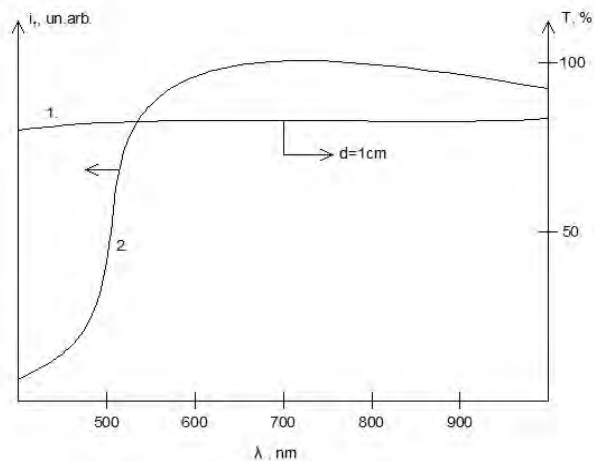


Fig. 3. Dependența transparenței optice T a stratului de gel cu grosimea de 1 cm (curba 1) și a densității fotocurentului de scurt circuit i_f de lungimea de undă a luminii λ (curba 2)

La fotosensibilitatea maximă a materialului fotoelectrodului ($\lambda \approx 600 \text{ nm}$) transparența optică a gelului T depășește valoarea de 80% .

2) Distribuția spectrală a densității fotocurentului de scurt circuit în pila solară experimentală este reprezentată în figura 3 (curba 2).

Maximumul fotosensibilității interfeței de contact a gelului cu suprafața activă a fotoelectrodului corespunde lungimei de undă $\lambda \approx 650 \text{ nm}$. Acest maximum este condiționat de lungimea Debay a sarcinilor electrice minoritare, deci a goluilor fotogenerate în regiunea sarcinilor spațiale pozitive a fotoelectrodului (figura 2), în raport cu interfața de contact fotoelectrod – gel, unde aceste sarcini sunt

repartizate de către câmpul electric \vec{E} . Micșorarea densității fotocurentului în domeniul lungimilor de undă mai mici de 650 nm este determinată probabil, de rata de recombinare a sarcinilor electrice fotogenerate prin intermediul stărilor energetice de suprafață la interfața de contact fotoelectrod – gel.

3) În figura 4 este prezentată ramura inversă a caracteristicii curent – tensiune a pilei solare experimentale creată în baza lanțului fotoelectrochimic cercetat.

Tensiunea electrică U pe bornele pilei solare, pentru circuitul exterior deschis și iluminarea suprafeței active a fotoelectrodului cu lumina integrală ($E = 35 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2}$) este aproximativ de $0,9 \text{ V}$. Această valoare a tensiunii U corespunde potențialului benzilor plane la interfața de contact fotoelectrod – amestec a celor două aquasoluții de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ și Na_2SiO_3 până la gelificarea lor.

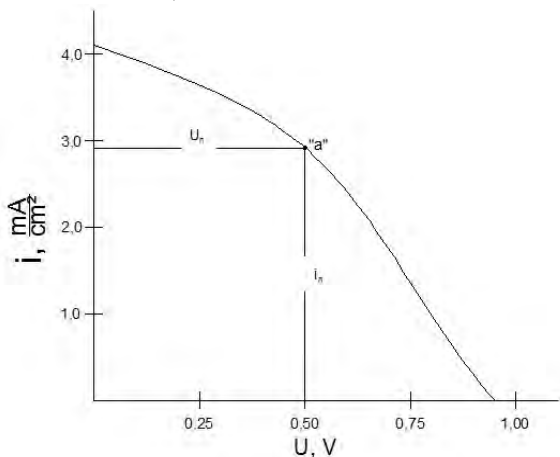


Fig. 4

Caracteristica volt – amperică a pilei solare regenerative cu gel, pentru iluminarea

$$E = 35 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2}; \quad U_n \text{ și}$$

i_n - coordonatele nominale a punctului „a”

Considerând punctul „a” drept punct de funcțiune a pilei

solare a fost calculat randamentul η a pilei, care se estimează în jur de $\eta \approx 4,6\%$.

6. Concluzii

■ În articol se descrie posibilitatea de obținere și unele proprietăți speciale și fotoelectrice a pilei solare regenerative în baza lanțului fotoelectrochimic (+) Cu-C-MnO₂-Gel-n-InAs-Cu (-).

■ Coagularea aquasoluțiilor de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ și Na_2SiO_3 , precum și transformarea lor în gel optic transparent se obține prin acidulare pe parcursul a 12 ore la temperatura de 22°C .

■ În gel, transferul de electroni se înfăptuiește prin reacția chimică reversibilă $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$.

■ Folosirea în electrodul pozitiv a bioxidului de mangan (MnO_2) este benefică în procesul de depolarizare și în așa fel obținerea unei densități majore a curentului și a unui randament $\eta \approx 4,6\%$.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Гуревич, Ю.Я., Плесков, Ю.В., *Фотоэлектрохимия полупроводников*. И-во "Наука" М. 1983. 312 с.
- [2] Simașchevici, A., Țiuleanu, I., Damaschin, I., *Proprietățile fotoelectrice ale lanțului fotoelectrochimic coloidal M-C-Gel-(n-GaAs)-M*. Meridian ingineresc. Asociația inginerilor din Moldova. UTM, 2, 2005, p 11-13.
- [3] Эрдей, Т., *Труз. Химические источники энергии*. И-во "Мир" М. 1974. 304с.
- [4] Hmelnițki, R., *Fiziceskaia i colloidnaia himia*, M.1988.

Conf. univ. Dr. Constantin ȚULEANU

Șef Departament, Președintele Asociației Inginerilor de Instalații din Republica Moldova-AIIRM, tel. +37369156422,

email: ctuleanu@mail.ru.

Conf. univ. Dr. Ion ȚIULEANU

tel:+37360264406

Lector asistent Alexandr ȚULEANU

tel: +37379786023

Departamentul „Alimentări cu Căldură, Apă, Gaze și Protecția Mediului”
Facultatea Urbanism și Arhitectură, Universitatea Tehnică a Moldovei