

# PARTICULARITĂȚILE CONTACTULUI Ag / As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub> LA TRATAREA TERMICĂ

Marina CIOBANU, Dumitru ȚIULEANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Este prezentat studiul caracteristicilor curent – tensiune a calcogenurii sticloase As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub> cu contacte simetrice din pastă de Ag, accentuând influența temperaturii și tratării termice asupra conductibilității electrice a întregii structuri funcționale. Este demonstrat că contactul, fiind redresant, este puternic influențat de tratamentul termic prin creșterea rezistenței electrice de zeci de ori. Creșterea temperaturii are influență inversă : rezistența electrică scade, iar la o anumită temperatură (~ 140 ° C ) are loc o tranziție reversibilă la conductibilitatea metalică.

**Cuvinte cheie:** Caracteristici I - U, Ag / As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub>, tratare termică, tranziție electrică.

## 1. Introducere

O caracteristică unică a sticlelor calcogenice este posibilitatea dizolvării rapide în ele a unor metale, în special a argintului, prin iluminare sau tratare termică. De la observarea lui de către Kostyshin și alții [1], acest fenomen prezintă un interes deosebit și este intens studiat întrucât poate fi utilizat în diverse aplicații ale materialelor calcogenice, cum ar fi sistemele de înregistrare optică de înaltă rezoluție ori membranele ionoselective pentru detectarea metalelor grele în lichide. Recent s-a demonstrat că în baza electroliților solizi formați în rezultatul dopării sticlelor calcogenice cu Ag pot fi elaborate așa numitele elemente cu memorie nevolatilă [2] precum și alte aplicații. De asemenea s-a demonstrat că proprietățile electrice ale materialului obținut în urma dizolvării foto - ori termo - induse a argintului, în mare măsură depind de compoziția chimică a sticlei calcogenice utilizate, dar și de proprietățile contactului electric cu circuitul exterior.

Scopul lucrării prezente este studiul influenței materialului contactului asupra caracteristicilor curent - tensiune în diverse structuri funcționale în baza aliajului calcogenic As-S-Te, acordând o deosebită atenție contactului în bază de pastă de Ag. Această pastă conductivă este pe larg utilizată în electronică și urmează de a fi utilizată de noi în structuri funcționale cu materiale calcogenice superionice.

## 2. Rezultate și discuții

Peliclele subțiri de calcogenură As-S-Te au fost depuse pe substraturi de sticlă din Pyrex prin evaporare termică în vid. Depunerea s-a efectuat în instalația ВУП-5 la presiunea gazelor remanente în camera de vid de 10<sup>-5</sup> Torr. Întrucât temperatura de evaporare și presiunea vaporilor saturați a elementelor constitutive ale materialului inițial diferă esențial, pentru a obține pelicule cu o compoziție chimică corespunzătoare compoziției materialului evaporat, s-a utilizat metoda depunerii discrete din evaporator de tantal. Pentru studierea caracteristicilor curent-tensiune și a influenței contactelor asupra conductibilității electrice a calcogenurilor în cauză a fost montată și utilizată o instalație automată de măsurare cu posibilități largi de variație a parametrilor inițiali, schema căreia este prezentată în figura 1. Drept sursă programabilă de tensiune a fost utilizat unul din canalele Analog Output ale interfeței AT-MIO-16X produsă de concernul "National Instruments", SUA, iar în calitate de convertor curent-tensiune s-a folosit amplificatorul electrometric Y5-11. Pentru a fi înregistrat, semnalul de ieșire al amplificatorului Y5-11 a fost aplicat la un canal Analog Input al plăcii AT-MIO-16X .

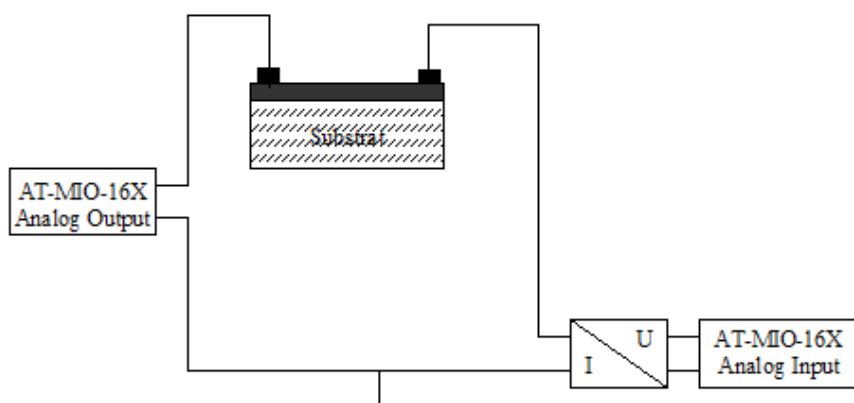


Figura 1. Schema instalației de studiu a caracteristicilor curent – tensiune.

Măsurările au fost dirijate de calculator, utilizând limbajul grafic de creare ale instrumentelor virtuale Lab VIEW (elaborat de "National Instruments", SUA), care asigură achiziția și stocarea datelor experimentale, precum și prezentarea lor grafică. Influența tratării termice și a temperaturii asupra caracteristicilor I-U au fost studiate în intervalul 25-200 °C fixând probele de studiu într-o sobă electrică automată, iar temperatura probei fiind controlată cu ajutorul unui termorezistor din platină de tip Pt-100 fixat direct pe probă.

În figura 2 este prezentată caracteristica curent-tensiune a structurii Ag /As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub>/Ag în intervalul de tensiuni -3.0 ÷ 3.0 V, netratată termic, precum și tratată termic la temperatura de 180 °C timp de 2 h, în condiții normale. Tensiunea electrică a fost aplicată structurii cu discretizarea de 10 mV, timpul de reținere la fiecare măsurare ( $\Delta t$ ) a constituit 10 ms.

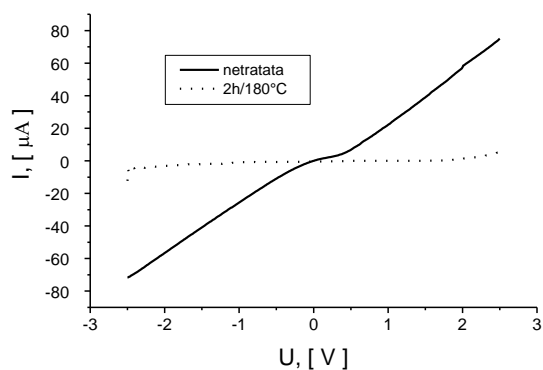


Figura 2. Caracteristica curent-tensiune a structurii Ag /As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub>/Ag.

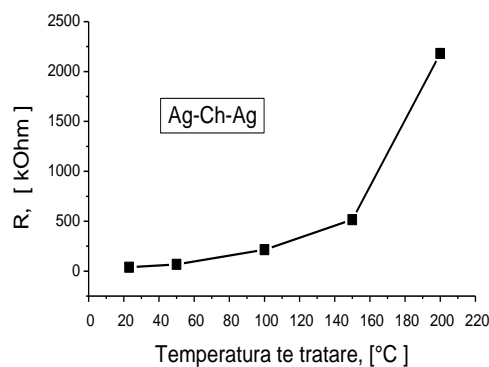


Figura 3. Dependența rezistenței electrice de temperatură, a structurii Ag /As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub>/Ag, la tratarea termică.

Din această figură observăm că contactele de Ag nu sunt ohmice. La polarizări mici (până la ~ 0.5 V) caracteristica I-U e similară cu cea a două diode Schottky unite în sens opus. La tensiuni mai mari, aceste diode se străpung și la polarizarea respectivă, contactul devine ohmic.

Tratarea termică are o influență dramatică asupra proprietăților electroconductive ale structurii funcționale în cauză. În Fig.3 este reprezentată dependența rezistenței electrice (calculate la polarizarea de -1.0 V) a structurii Ag /As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub>/Ag de temperatura la care a avut loc tratarea termică timp de 2 h. Se vede că rezistența electrică a structurii crește de zeci și sute de ori în dependență de temperatura la care are loc tratamentul termic.

În procesul studiului influenței tratamentului termic s-a observat că în jurul temperaturii de 140 °C rezistența electrică a structurii funcționale în cauză devine foarte joasă. În acest context a fost studiată influența temperaturii asupra caracteristicilor curent tensiune în structuri anterior tratate termic. În fig. 4 (a)

sunt reprezentate aceste caracteristici pentru structura tratată anterior timp de 2 h la temperatura de 120 °C.

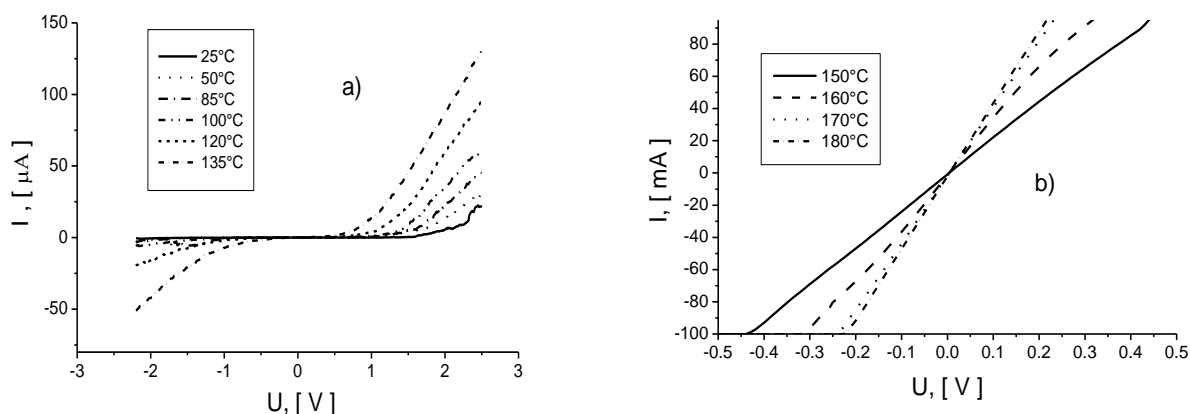


Figura 4. Influența temperaturii asupra caracteristicilor curent tensiune: a) în intervalul 25 -135 °C ; b) la câteva temperaturi, în intervalul 150 -180 °C. Structura funcțională a fost anterior tratată termic timp de 2 h la temperatura de 120 °C.

La temperatura de aproximativ 140 °C a fost observată o tranziție bruscă, după care conductibilitatea electrică a structurii devine metalică și ohmică. Aspectul acestei caracteristici curent – tensiune la câteva temperaturi, în intervalul 150 -180 °C sunt prezentate în fig. 4 (b). Pentru a aprecia cantitativ această tranziție a fost studiată dependența conductibilității electrice de temperatură a structurii funcționale în cauză. Rezultatele sunt reprezentate în Fig. 5, utilizând coordonatele semilogaritmice, adică  $\log \sigma - 10^3 / T$ .

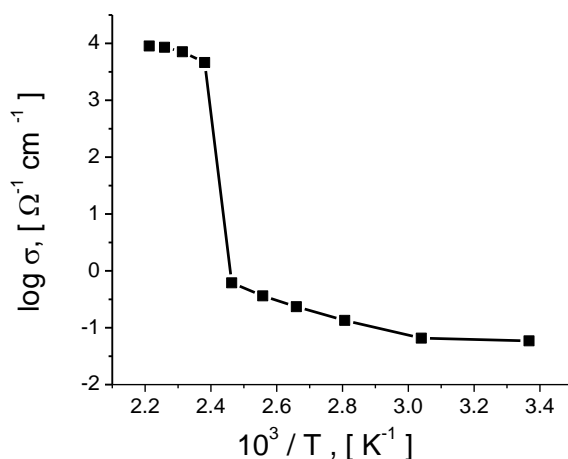


Figura 5. Dependența conductibilității electrice de temperatură a structurii funcționale Ag/As<sub>6</sub>Te<sub>130</sub>S<sub>7</sub>/Ag în coordonate semilogaritmice.

Se observă o tranziție de tipul dielectric – metal, la care conductibilitatea electrică a structurii funcționale descrește brusc cu aproximativ 4 ordine de mărime. Această tranziție este reversibilă: la micșorarea temperaturii, structura trece în starea cu rezistență electrică înaltă, aproximativ la temperatura de 130 °C.

Deși mecanismul acestei tranziții este în proces de studiu, noi considerăm ca ea poate fi cauzată de două fenomene care au loc concomitent, în sticla calcogenică și în pasta de argint din contact. La temperaturi înalte are loc termodifuzia intensă a argintului în calcogenură, ca rezultat se formează clustere de argint, care la o anumită temperatură pot să se unească formând un canal metalic de conducție electrică. Același proces poate avea loc și în pasta de argint: cleiul în care sunt dispersate

nanoparticulele de argint, la temperaturi mari își pierde viscozitatea și particulele pot contacta direct formând canale metalice conductive.

### 3. Concluzii

Contactul din pastă de Ag cu calcogenurile sticloase este redresant și suportă o influență considerabilă la tratare termică și temperaturi avansate. Rezistența electrică a structurii Ag /As<sub>6</sub> Te<sub>130</sub> S<sub>7</sub> /Ag crește de zeci și sute de ori în dependență de temperatura la care are loc tratamentul termic. La temperatura de aproximativ 140° C are loc o tranziție reversibilă a conductibilității electrice de tipul dielectric – metal. Această tranziție poate fi explicată prin trecerea calcogenurii sticloase la conductibilitate superionică concomitent cu conexiunea directă a particulelor de Ag în pasta contactului, la scăderea viscozității ei odată cu creșterea temperaturii.

### 4. Bibliografie

1. Kostyshîn, M.T., Mihailovskaya, E.V., Romanenko, P.F., *Effect of photography sensitivity of thin semiconductor films on metal substrates*. Sov. Phys. Solid State 8, 1966, p. 451-452.
2. Stratan, I., Tsiulyanu, D., Eisele I., *A programmable metallization cell based on Ag-As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>*. Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 8, No. 6, (2006), p.2117 -2120.