

PƏRVİN QULİYEV

Naxıvan Dövlət Universiteti

E-mail: pervin.quliyev.85@mail.ru

TARTRAT TURŞUSU ELEKTROLİTİNDƏN ELEKTROREDUKSIYA METODU İLƏ SİNTEZ EDİLMİŞ Sb-Se NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNİN FOTOHƏSSASLIĞININ TƏDQIQI

Yarımkeçirici birləşmələrin bir qismi fotohəssas olur. Təəssüflərlə elektrokimyəvi yolla tartarat turşusu elektrolitindən In/SnO_2 -li şüşə elektrod üzərində Sb_2Se_3 nazik təbəqələri sintez edilmişdir. Bu yarımkeçirici birləşmənin optiki qadağan olunmuş zolağının eni hesablanmışdır. Optiki qadağan olunmuş zolağın eni 1,47 eV olduğu öyrənilmişdir. Elektrokimyəvi yolla tartarat turşusu elektrolitindən sintez edilmiş Sb_2Se_3 yarımkeçirici birləşməsinin optiki həssas material olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: elektrokimyə, yarımkeçirici, fotohəssas, oblast, qadağan olunmuş zona.

Uzun illərdən bəri metalların xalkogenlərlə birləşmələri yarımkeçirici materiallar kimi texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq edilir. Belə yarımkeçirici nazik təbəqələri almaq üçün müxtəlif üsullar mövcuddur: vakuunda termiki buxarlandırma, pirolitik parçalanma, kimyəvi çökdürülmə və elektrokimyəvi üsul.

Yarımkeçiricilər içərisində daha geniş tətbiq sferasına malik olanları xalkogenidlərdir [1]. Onlar yüksək fotohəssaslığa, termoelektrik xassələrə və s. malik olduğu üçün fotoelement və fotorezistorlarda, lazer materiallarında və hətta katalizator kimi də geniş istifadə olunurlar [2]. Xalkogenidlər arasında selenidlərin fotoxassələri son zamanlar daha perspektivli hesab olunur [3]. Sözügedən perspektivli üsullar içərisində elektrokimyəvi üsul daha əlverişlidir. Elektrokimyəvi üsulun köməyiylə qısa müddət ərzində, aşağı temperaturda, müxtəlif tərkibli elektrolitlərdən, lazımi tərkibdə nazik təbəqələr almaq mümkündür. Belə ki, elektrolitin tərkibini və elektroliz şəraitini dəyişməklə, alınan nazik təbəqələrin kimyəvi tərkibini və materialın fiziki xassələrini də dəyişmək mümkündür.

Sürmə-selenid yarımkeçirici xassəyə malik xalkogeniddir. Yüksək fotoelektrik və termo e.h.q. xassələrinə, çevrilmə effektivinə malik olması bu birləşməyə olan marağı daha da artırır [4]. Ona görə də bu tədqiqat işi elektrokimyəvi üsulun köməyiylə müxtəlif metallar üzərində nazik Sb-Se təbəqələrinin alınmasına həsr edilmişdir.

Əksər yarımkeçiricilərdə fotokeçiricilik müşahidə olunmur. Yəni müxtəlif dalğa uzunluğunda şüaların təsiri nəticəsində onların elektrik keçiriciliyi dəyişir. Bu, işıq şüalarının təsiri ilə yarımkeçirici birləşmələrdə $h\nu$ qədər enerji qəbul etməklə elektronların valent zonasına keçməsi ilə əlaqədardır.

Yarımkeçiricilər metallar kimi görünən spektr oblastında işığı güclü udur, yəni bu oblasta onların udma əmsalı böyükdür. Təmiz yarımkeçiricilərin üzərinə düşən müəyyən dalğa uzunluqlu işıq, onların udma əmsalını aşağı salır və daha uzun dalğa oblastında material şəffaf olur ki, həmin bu keçid oblastına məxsusi udma sərhəddi deyilir. La-

kin, yarımkeçiricidə qarışıqlar olarsa məxsusi udma sərhəddi ultrabənövşəyi şüalardan tutmuş radiodalğalara kimi belə müşahidə olunmur.

Təcrübi hissə və nəticələrin müzakirəsi. Elektrokimyəvi yolla sintez edilən Sb-Se nazik təbəqələri metal elektrodlarla yanaşı In/SnO₂ ilə üzlanmış şüşə elektrod üzərinə də çökdürülmüşdür. Keçirici səthə malik şüşə elektrod üzərində stibium-selen nazik təbəqələrinin fotokeçiriciliyi tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, stibium-selen nazik təbəqələri fotonəzər materialdır. Işıq şüalarının təsiri ilə Sb₂Se₃ kristalının daxilindəki elektronlar valent zonasından keçirici zonaya keçir. Bununla belə keçiriciliyin dəyişdiyini müşahidə etmək mümkündür. Əvvəlcə stibium-selen nazik təbəqələri ilə örtülmüş elektrod monoxromatora yerləşdirilir. Təbəqənin təşkil olunduğu kristallar üzərinə monoxromatora bərkidilmiş elektrik lampasından işıq verilir. Işıq selinin kristalın bir nöqtəsindən düşməsi üçün alüminium oksiddən ibarət folqadan istifadə edilmişdir. Folqa elektrodun səthinə bərkidilir. Folqa ortası dairəvi deşilmiş, dördbucaq alüminium oksid pərdəsindən ibarətdir. Folqa işıq selini kristala ötürməklə yanaşı, təbəqə üzərində kondensator yaranmasını qarşısını alır. Məlumdur ki, kondensator yaranarsa təbəqələrə verilən cərəyan şiddətinin keçiriciliyə təsiri azalar və cərəyan təbəqənin səthində toplanacaq. Lakin işıq seli folqanın deşiyindən keçərək nazik təbəqənin üzərinə düşür və təbəqənin səthində batareyaya yaranmasına səbəb olur. Yəni alüminium oksid folqası "Sotki maneesi" rolunu oynayır və işıq selinin düşdüyü səthdə müsbət və mənfi yüklərin müvafiq qütblərə istiqamətlənməsini təmin edir. Bu, Frank-Hers metodu adlanır.

Fotokeçiricilik görünən və ya infraqırmızı oblasta spektrlərinin dalğa uzunluqlarının cərəyan şiddətindən asılılığına əsasən müəyyən edilir. Bunun üçün görünən oblasta monoxromatorun lampasından verilən işığın dalğa uzunluğu 300-1000 nanometr intervalında dəyişdirilir. Spektrlərin dalğa uzunluqları dəyişdirildikcə təbəqədən keçən cərəyan şiddəti dəyişir. Aparduğumuz tədqiqatlara əsasən müəyyən edilmişdir ki, cərəyan şiddətinin dəyişməsi yüksələn ziqzaqvarı formada müşahidə edilir. Təcrübi nəticələr əsasında alınan asılılıq şəkil 1-də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi dalğa uzunluğu artırılacaq cərəyan şiddəti müsbət oblastda dalğavari artmağa başlayır.

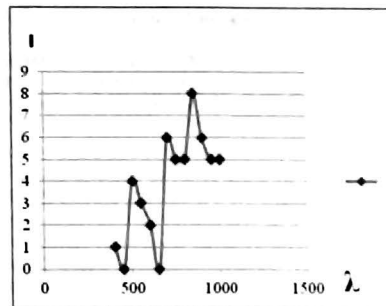
Təbəqə üzərinə verilən hc qədər işıq seli təbəqənin səthi tərəfindən udulur. Əgər müəyyən termiki şüa hesabına elektron valent zonasından keçiricilik zonasına keçərsə, bu zaman həmin udma əmsalı sürətlə böyüyür. Məhz elektronun h enerjili foton qəbul edib valent zonasından keçirici zonaya keçməsi ilə əlaqədar olan udma məxsusi udma deyilir. Müəyyən enerjili işıq spektrlərinin udulması uyğun bir sərhəddə məhdudlaşır. Məxsusi udulmanın bu sərhədi h qədər foton enerjisinə malikdir ki, bu da təbəqənin optiki qadağan olunmuş zonasının qiyməti deməkdir. Qeyd olunanları nəzərə alaraq stibium-selen yarımkeçirici nazik təbəqələrinin optiki qadağan olunmuş zolağının qiymətini aşağıdakı riyazi formulə hesablaya bilərik.

$$h(\text{hc}/(\lambda(\text{mkm}))) = E \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda(\text{mkm})} = \Delta E h\nu = \frac{hc}{\lambda(\text{mkm})} = \Delta E \quad (1)$$

Burada, c – işıq sürəti, h – sabit kəmiyyət, ??? – optiki qadağan olunmuş zolağın eneridir. ???-nin eV-larla qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1.234}{\lambda} \Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1.234}{\lambda} \text{ eV} \quad (2)$$

h-in sabit kəmiyyət olduğunu nəzərə alaraq hc hasilini üçün ümumi qanunauyğunluqlara əsasən nəzəri qiymət hesablanmışdır və bu qiymət 1,234-ə bərabərdir.



Şəkil. Stibium-selen nazik təbəqələrinin fotokeçiriciliyinin tədqiqində cərəyan sıxlığının işığın dalğa uzunluğundan asılılığı.

Şəkilə diqqət yetirdikdə görürük ki, cərəyan şiddətinin ən yüksək pikini 830 nm dalğa uzunluğunda yaranmışdır. 2 tənliliyində verilən 1,234 qiymətinin məhz həmin ən yüksək pikin alındığı dalğa uzunluğuna nisbətini hesablamaqla optiki qadağan olunmuş zolağın enerjisini tapmış olarıq.

$$\Delta E = \frac{1.234}{0.83(\text{mkm})} = 1,478 \text{ eV} \quad \Delta E = \frac{1.234}{0.83(\text{mkm})} = 1,478 \text{ eV} \quad (3)$$

Təcrübi tədqiqatlardan əldə etdiyimiz qiymətlərlə apardığımız hesablamalardan aldığımız nəticələrə əsasən belə qənaətə gəlmək olar ki, elektrokimyəvi yolla tartarat turşusu elektrolitindən sintez edilən stibium-selen nazik təbəqələri əla fotoeffekt xüsusiyyətlərə malik olub, fotokeçirici materialdır. Bu, qeyd olunan əhəmiyyətli xassələrin mövcudluğu nəzərə alınaraq, elektrokimyəvi yolla sintez edilən Sb₂Se₃ yarımkeçirici nazik təbəqələrinin elektroskopiyada və fotoskopiyaada tətbiqi məqsədə uyğun hesab edilir.

Elektroliz üsulu ilə sintez edilən Sb₂Se₃ yarımkeçirici birləşməsinin fotokeçiriciliyi tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, bu birləşmə fotonəzər materialdır və onun optiki qadağan olunmuş zolağının eni 1,478 eV-a bərabərdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Majidzade V.A., Guliyev P.H., Aliyev A.Sh., Elrouby M. Electroreduction of selenide ions from solutions of tartaric acid in cathode.
2. Sluchinskaya I.A. Fundamentals of materials science and semiconductor technology. Moscow, 2002, 376 p.
3. Zhou Y., Leng M., Xia Zh., Zhong J., Song H., Liu X., Yang B., Zhang J., Chen J., Zhou K., Han J., Cheng Y., Tang J. Solution-Processed Antimony Selenide Heterojunction Solar Cells // Adv. Energy Mater., 2014, v. 4, iss. 8, p. 1-8.
4. Majidzade V.A., Guliyev P.H., Aliyev A.Sh., Elrouby M., Tagiyev D.B. Electrochemical reduction of antimony from tartrate electrolytes.

Парвин Гулиев

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК
Sb-Se, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ИЗ ЭЛЕКТРОЛИТА ТАРТРАТНОЙ
КИСЛОТЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВосСТАНОВЛЕНИЯ**

Некоторые полупроводниковые соединения являются фоточувствительными. Мы синтезировали электрохимически тонкие пленки Sb_2Se_3 на стеклянном электроде из электролита тартратной кислоты на основе In/SnO_2 . Рассчитана ширина оптически запрещенной зоны этого полупроводникового соединения. Ширина оптически запрещенной зоны составила 1,47 эВ. Установлено, что электрохимически полупроводниковое соединение Sb_2Se_3 , синтезированное из электролита тартратной кислоты, является оптически чувствительным материалом.

Ключевые слова: электрохимия, полупроводник, фотопленка, область, запрещенная зона.

Pervin Guliyev

**STUDY OF THE PHOTSENSITIVITY OF Sb-Se THIN FILMS
SYNTHESIZED FROM TARTRATE ELECTROLYTE BY
ELECTROREDUCTION**

Some semiconductor compounds are photosensitive. We synthesized electrochemically thin films of Sb_2Se_3 on a glass electrode from an In/SnO_2 -based tartrate acid electrolyte. The width of the optically forbidden band of this semiconductor compound is calculated. The width of the optically forbidden band was 1.47 eV. It has been established that the electrochemically semiconducting compound Sb_2Se_3 , synthesized from the tartrate acid electrolyte, is an optically sensitive material.

Keywords: electrochemistry, semiconductor, photographic film, region, forbidden zone.

(AMEA-nın müxbir üzvü Tofiq Əliyev tərəfindən təqdim edilmişdir)