

TELLURİD VƏ SELENİD VİSMUT ƏSASINDA ALINMIŞ $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ TƏBƏQƏLƏRİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ

Q.M.ƏHMƏDOV

*Azərbaycan MEA akademik H.Abdullayev adına Fizika İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid pr. 33*

F.A. AXUNDOVA

*Azərbaycan Dövlət Tibb Universiteti
AZ1022, Bakı, Bakıxanov küç.-23*

Materialın diskret buxarlanması ilə alınmış $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ tərkibli nazik təbəqəsinin elektrofiziki xassələrinin dəyişməsi kompleks şəkildə tədqiq olunmuşdur. Yeni çökdürülmüş və istiliyə məruz qalmış təbəqələrin strukturu, elektrofiziki xassələrin kondensə temperaturundan asılılığı öyrənilmişdir.

Göstərilmişdir ki, $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + \text{Bi}_2\text{Se}_3$ sisteminin $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlullarının nazik təbəqələrinin diskret tozlanması metodu ilə yalnız tozlanma və termik dəmlənmə şəraitini dəyişməklə geniş çeşidli yükdaşıyıcı konsentrasiyalı təbəqələr almaq mümkündür.

Проведено комплексное исследование электрофизических свойств пленок состава $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$, полученных дискретным испарением материала. Изучены структуры свежеосажденных и отожженных слоев, зависимость электрофизических свойств пленок от температуры конденсации.

Показано, что методом дискретного испарения твердого раствора $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ системы $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + \text{Bi}_2\text{Se}_3$ можно получить пленки с широким набором концентраций носителей тока путем изменения только условий напыления и отжига без использования легирующих примесей в отличие от объемного материала.

Complex research of change of physical properties of the films structure $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$, received is carried out by discrete evaporation of a material. Are investigated structures in fresh sedimentation and heated up layers, dependence of physical properties of the films from temperature of condensation.

It is shown, that a method of discrete evaporation of firm solution $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ of system $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + \text{Bi}_2\text{Se}_3$ it is possible to receive a film with a wide set of concentration of carriers of a current by change only conditions to raise dust and heating without use of alloying impurity as against a volumetric material.

$\text{Bi}_2\text{Te}_3 + \text{Bi}_2\text{Se}_3$ sisteminin $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlullarının nazik təbəqələrinin kimyəvi tərkibinin və elektrofiziki xassələrinin dəyişmə xarakteri /1-3/ işlərdə öyrənilmişdir. Lakin, çökdürülmənin müəyyən şərtlərindən asılı olaraq kondensatların özünü necə aparması xarakteri tozlandırılan təbəqələrin strukturu ilə səciyyələnən səbəbləri araşdırmadan tədqiq olunmuşdur. Baxılan sistemlərin nazik təbəqələri üçün bu əlaqənin öyrənilməsi zərurəti o baxımdan maraqlıdır ki, bu materialın kristallik komponentlərinin elektrik və istilik parametrləri güclü anizotropiyaya malikdir.

Bizim tərəfdən materialın diskret buxarlanması ilə alınmış $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ tərkibli nazik təbəqəsinin strukturunun və elektrofiziki xassələrinin dəyişməsi kompleks şəkildə tədqiq olunmuşdur. Yeni çökdürülmüş və istiliyə məruz qalmış təbəqələrin strukturu, elektrofiziki xassələrin kondensə temperaturundan asılılığı öyrənilmişdir.

Difraktoqramların analizi göstərdi ki, yeni çökdürülmüş təbəqələrdə iki faza vardır: bərk məhlul və sərbəst tellur. Tərkibdə ikinci faza 250-300°C temperaturda 2-3at.% minimal qiymətə malik olurlar. Bir saat ərzində 350°C temperaturda arqon atmosferində dəmlənmə praktik olaraq kondensatların faza tərkibinin tam bərabərliyinə gətirib çıxarır. Sərbəst tellurdan ibarət ikinci faza yox olur, və təbəqə bərfəzalı olur. Bu zaman kristallik struktur daha da yaxşılaşır: elektronqrammalarda reflekslər daha az yayılmışdır, kristallitlərin ölçüsü təxminən 2 dəfə artıb 2000-2500Å⁰-ə çatır. Bu isə öz növbəsində xoll yüklülüyünün - $/R_x\sigma/ = 420-450\text{sm}^2/V_s$ san artımına gətirir.

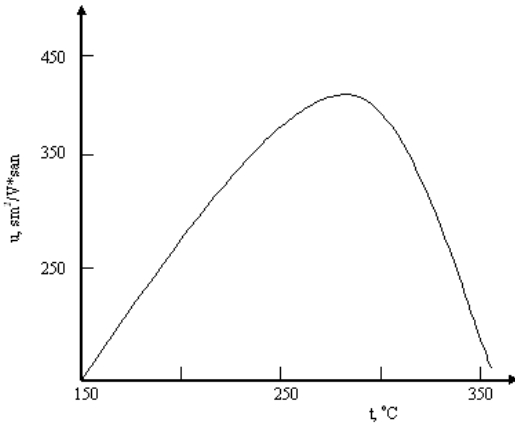
Temperaturun 150-dən 300°C-yə dəyişməsi termo e.h.q əmsalının, xoll yüklülüyünün və yükdaşıyıcıların

konsentrasiyasının artması ilə müşaiət edilir. Bu zaman təbəqələr daha da yaxşılaşır, kristallik dənələrin ölçüləri isə 200-300Å⁰-dən 1000-1500Å⁰-ə artır. Temperaturun 100°C qiymətində monokristallik slyuda üzərinə çökdürülmüş təbəqələr zəif çırılmış şəkildə tekstura olunurlar. Dənələri güclü şəkildə müxtəlif orientasiyalı kiçik dənəli, bircins polikristallik struktur müşahidə olunur. Temperaturun artması {0001} teksturasının yaranmasına gətirib çıxarır. Temperaturun 250°C -dən yüksək qiymətlərində təbəqə altlığın səthinə paralel olan [110] müstəvisinə nəzərən teksturənin cüt oxu ilə güclü tekstura olunmuşdur. Bircinsli iridənəli struktur müşahidə olunur.

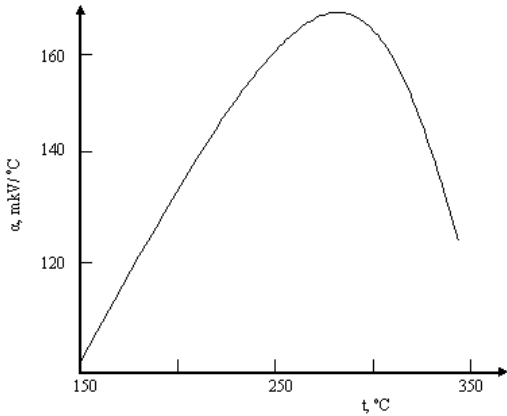
Təbəqə strukturları ən çox buxarlandırıcının optimal temperaturunda daha yaxşı olurlar. Bu halda təbəqələri termoelektrik material kimi maksimal effektivliklə təmin edən optimal qiymətə yaxın n, u, α parametrləri ilə qruplaşdırmaq olar. Buxarlandırıcının daha yüksək temperaturunda çoxlu miqdarda defektlərlə güclü şəkildə orientasiyasını itirmiş struktura malik kiçik dənəli (200-300Å⁰) polikristaliki təbəqələr alınır. Bu zaman yükdaşıyıcıların yüklülüyü (şəkil 1) (~5-6 dəfə) və termo e.h.q. kəskin aşağı düşür (şəkil 2). Bu onunla bağlıdır ki, çökdürülmənin böyük sürətlərində kondensə atomları yeni daxil olanların təsiri altında qeyri-tarazlıq struktur halında olurlar. Bu atomları nizamlı yerləşdirmək üçün kifayət qədər yüksək aktivləşmə enerjisində ehtiyac vardır.

Buxarlandırıcının optimalından aşağı temperaturlarında yükdaşıyıcıların konsentrasiyası təxminən 10 dəfə artır (şəkil 3), belə ki, bu proses əvvəlcədən /1/-də göstərdiyi kimi kondensatların tərkibinin tellur atomları ilə dolması

nəticəsində bərk məhlulun komponentləri arasında stexiometrik münasibətin pozulması ilə səciyyələnir.

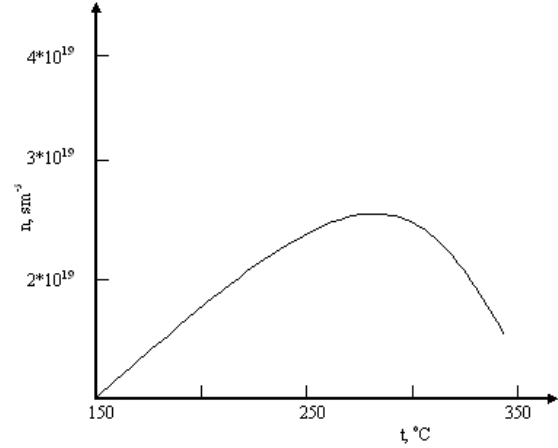


Şəkil 1. $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlulunun təbəqəsində yükdaşıyıcıların yürlüklüyünün kondensə temperaturundan asılılığı



Şəkil 2. $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlulunun təbəqəsində termo e.h.q. əmsalının kondensə temperaturundan asılılığı

Ən yaxşı polikristal, bəzi qruplaşma hallarında isə monokristal təbəqələr yalnız slyuda – muskovit parçaları üzərində alınır. Amorf altlıq (şüşə, poliamid lent) hallarında eyni tozlanma və dəmlənmə şəraiti altında hazırlanmış təbəqələr qeyri-orientasiyalı polikristal struktura malikdir. Tədqiq olunan bərk məhlulun poliamid lenti üzərində alınmış yenidən çökdürülmüş təbəqələrində yükdaşıyıcıların holl yürlüklüyü - $/R\chi\sigma/$ slyuda üzərindəki təbəqələrdəkinə nəzərən 2,5 dəfə azdır. Termik dəmlənmədən sonra $300-350 \text{ sm}^2/\text{V}\cdot\text{san}$ qədər artır.



Şəkil 3. $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlulunun təbəqəsində yükdaşıyıcıların holl konsentrasiyasının kondensə temperaturundan asılılığı

Beləliklə, $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + \text{Bi}_2\text{Se}_3$ sisteminin $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ bərk məhlullarının nazik təbəqələrinin diskret tozlanma metodu ilə müəyyən olunmuşdur ki, yalnız tozlanma və termik dəmlənmə şəraitini dəyişmək yolu ilə geniş çeşidli yükdaşıyıcı konsentrasiyalı təbəqələr almaq mümkündür.

- [1]. G. Abowitz, V.Klints, Levy M. et. al Semicond. Prod and solid State Technol, 1965, v.8, №2, p.18-22.
 [2]. O.B. Sokolov, S. Ya. Skipidarov, N.I. Duvankov. Chemical interactions and thermoelectric properties on the $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{Bi}_2\text{Se}_3$ section in the interval below 33.3 mole

- % Bi_2Se_3 , Twenty-First International Conference on Volume, Issue, 25-29 Aug. 2002, p. 1 – 4
 [3]. P. P. Shvangiradze, E. P. Sabo. Effects of electrically active point defects on the structure and electrical properties of Bi-Te-Se and Sb-Bi-Te solid solutions, Inorganic Materials, V36, №11, 2000, p.1104-1107