

UOT 546. 683.23+ 681.683.22.23

**(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x (x=0.015; 0.02; 0.03) BƏRK MƏHLUL
ƏRİNTİLƏRİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ**

A.Z.Məmmədova, G.Z.İbrahimova, G.V.Şadlinskaya, F.H.Əliyev

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

AZ1001 Bakı, Ü.Hacıbəyov küç.,34; e-mail: kindteacher2010@mail.ru

Ga-Tl-S-Se dördlü sistemdə alınan (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x (X=0.015; 0.02; 0.03) tərkibli bərk məhlul ərintilərinin elektrik keçiriciliyinin, termo-e.h.q-nin və xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı öyrənilmişdir.

Açar sözlər: bərk məhlul, termo-e.h.q-si, xüsusi müqavimət, yarımkeçirici, fəthəssaslıq

Məlumdur ki, qallium xalkogenidləri klassik yarımkeçiricilərdir və onlar əsasında alınan birləşmələr və bərk məhlullar fəthəssas materiallar olub, optik cihazların hazırlanmasında geniş istifadə olunurlar [1-4]. Tallium xalkogenidləri əsasında alınmış ərintilər də fəthəssas xassəli yarımkeçirici materiallardır [5,6].

Sistemin komponentləri haqqında aşağıdakı məlumatlar vardır: TlSe birləşməsi 330°C-də konqruent əriyir və tetraqonal sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: $a = 8.036$; $c = 7.014$ Å, $Z = 8$, fəza qrupu 14/mcm [8]. TlSe birləşməsinin sıxlığı 8.20 q/sm³, mikrobərkliyi isə 700 MPa-dır.

TlGaSSe birləşməsi 770°C-də açıq maksimumla əriyir, onun sıxlığı 6.35 q/sm³, mikrobərkliyi isə 920 MPa-dır [7].

Ga-Tl-S-Se dördlü sistemdə bərk məhlul sahələri alınmışdır. Tallium xalkogenidləri əsasında bərk məhlul kiçik sahə təşkil edir. TlSe birləşməsi nisbətən aşağı müqavimətli yarımkeçiricidir. Qallium xalkogenidləri isə yüksək müqavimətli fəthəssas yarımkeçirici materiallardır. Onların müqaviməti 10^{10} - 10^{13} Om tərtibində dəyişir. Onlar eyni zamanda fəthəssas materiallar olmaqla yanaşı, bir sıra maddələrə aktivator kimi də daxil edirlər.

Bu nöqtəyi-nəzərdən Ga-Tl-S-Se dördlü sistemdə alınan (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x (X=0.015; 0.02; 0.03) tərkibli bərk məhlul ərintilərinin elektrofiziki xassələrinin öyrənilməsi elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x bərk məhlul ərintilərinin elektrofiziki xassələrini öyrənmək məqsədilə $x=0.015$; 0.02 ; 0.03 tərkibli nümunələr sintez edilmişdir. Sintez edilmiş nümunələr 300°C-də 240 saat müddətində homogenləşdirilmişdir. Nümunələrin elektrik

keçiriciliyini ölçmək məqsədilə nümunələr silindrik (1.5 sm $D=0.7$) şəklinə salınmışdır. Nümunələrin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı kompensasiya metodu ilə ölçülmüşdür

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

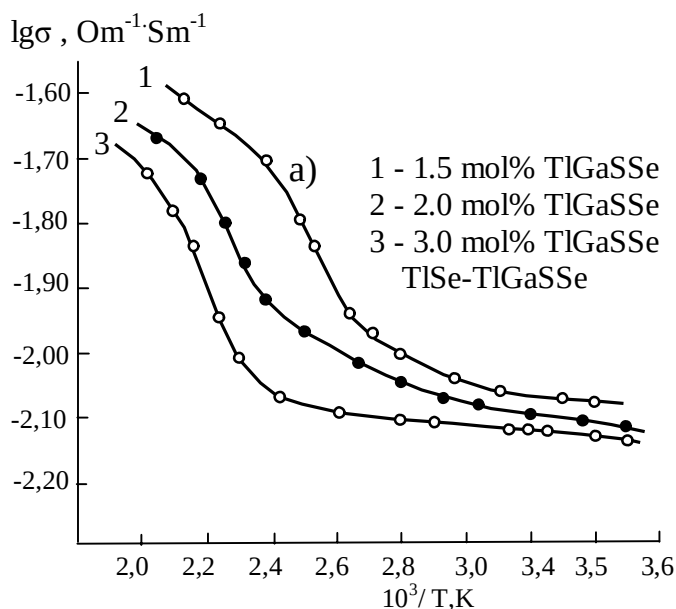
(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x ($x=0.015$; 0.020 ; 0.03) tərkibli bərk məhlul ərintilərinin elektrik keçiriciliyinin (σ), termo-e.h.q-si əmsalının (α) və xüsusi müqavimətinin (ρ) temperatur asılılığı 20 - 200°C intervalında öyrənilmişdir.

Şəkil 1-də (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x ($x = 0.015$; 0.020 ; 0.03) tərkibli ərintilərin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı verilmişdir.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi TlSe-ə əlavə edilən TlGaSSe birləşməsinin miqdarını

artırdıqca elektrik keçiriciliyi azalır. Bu hal onunla əlaqədardır ki, ikinci komponentin InSe-nə əlavə edilməsi ilə defektlərin dolması baş verir və eyni zamanda müqavimət artır. TlSe kristalı laylı olduğu üçün TlGaSSe birləşməsinin kristalın layları arasında

yerləşməsi daha ehtimallıdır. (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x bərk məhlulun elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından görüldüyü kimi, bərk məhlulun bütün ərintiləri yarımkeçirici xassəyə malikdirlər. Onların elektrik keçiriciliyi temperaturdan asılı olaraq artır.

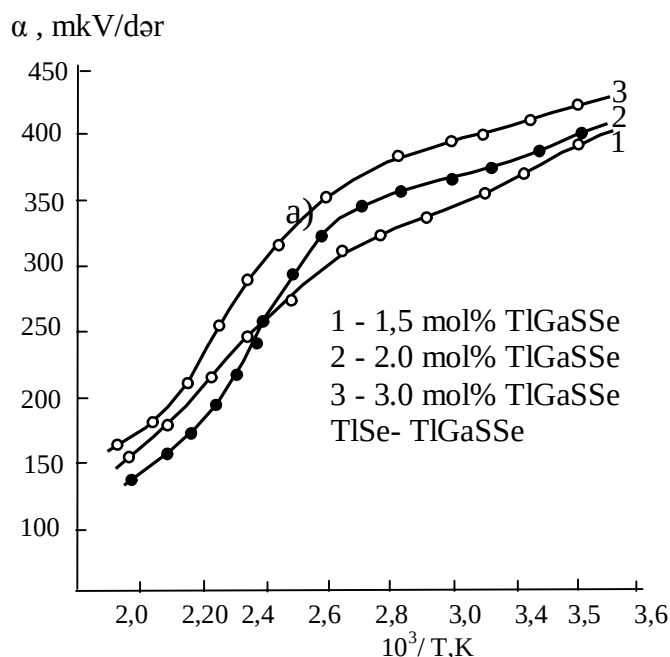


Şək.1. (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x bərk məhlul ərintilərinin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı. 1- 1.5 mol %, 2 - 2 mol %, 3- 3 mol % TlGaSSe.

TlSe-ə 1.5 mol% TlGaSSe əlavə etdikdə elektrik keçiriciliyi otaq temperaturundan 200°C-ə kimi uyğun olaraq aşağıdakı qiymətləri alır: $\sigma = 8.19 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, $\sigma = 24.38 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Elektrik keçiriciliyi 20-110°C temperatur intervalında nisbətən zəif artır və bu intervalda keçiricilik aşqar keçiriciliyə uyğun gəlir. Temperaturun yuxarı qiymətində (110-200°C) isə keçiricilik nəzərə çarpacaq qədər artır və bu keçiricilik məxsusi keçiriciliyə uyğun gəlir. 2 və 3 mol % TlGaSSe tərkibli bərk məhlul ərintilərinin elektrik keçiriciliyi də yarımkeçirici maddələrə xas olub, temperaturdan asılı olaraq artır. 2 və 3 mol% TlGaSSe ərintilərin elektrik keçiriciliyi otaq temperaturunda uyğun olaraq $\sigma = 7.52 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, $\sigma = 7.13 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ qiymətlərini alır, 110°C-də isə uyğun

olaraq $\sigma = 21.27 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ və $\sigma = 18.52 \cdot 10^{-3} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ qiymətlərini alır (şək.1). Nümunələrin elektrik keçiriciliyinin qrafikinə əsasən aşqar və məxsusi keçiriciliyinin qrafikinin temperatur əyrisinə çəkilən toxunanın $\lg \sigma \sim f(10^3/T)$ absis oxunda ayırdığı tgα bucağına əsasən nümunələrin qadağan olunmuş zolağının eni hesablanmışdır. Qadağan olunmuş zolağın eni $\Delta E = 0.56-0.67$ eV arasında dəyişir.

(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x bərk məhlulun 1.5; 2 və 3 mol % TlGaSSe tərkibli ərintilərin termo- e.h.q.-nin temperatur asılılığı şəkil 2-də verilmişdir. Termo- e.h.q.-nin temperatur asılılığının qrafikindən $\alpha \sim (T)$ -dən görüldüyü kimi bu asılılıq 20-200°C temperatur intervalında iki hissədən ibarətdir.



Şəkl.2. $(\text{TlSe})_{1-x}(\text{TlGaSSe})_x$ bərk məhlul ərintilərinin termo-e.h.q-nin temperatur asılılığı. 1 - 1.5 mol %, 2 - 2 mol %, 3- 3 mol % TlGaSSe.

Bu intervalında temperaturdan asılı olaraq termoelektrik hərəkət qüvvəsinin qiyməti azalır və tərkibdən asılı olaraq isə artır. 1.5, 2 və 3 mol % TlGaSSe tərkibli nümunələrin otaq temperaturunda termo-e.h.q.-si uyğun olaraq, $\alpha = 390$ mV/dər, $\alpha = 396$ mV/dər və $\alpha = 420$ mV/dər təşkil edir. 200°C temperaturda isə onların termo-e.h.q.-nin qiymətləri uyğun olaraq $\alpha = 160$ mV/dər, $\alpha = 140$ mV/dər və $\alpha = 168$ mV/dər qiymətlər alır.

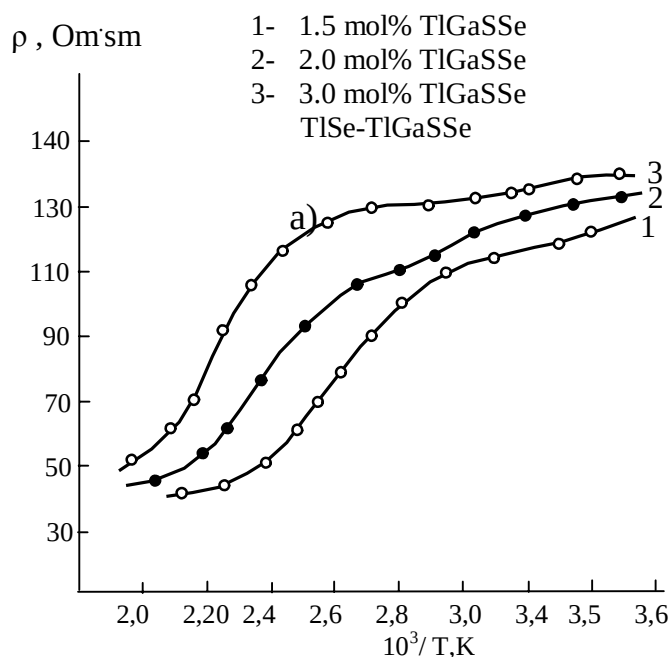
Termo-e.h.q.-nin qiyməti tərkibdən, yükdaşıyıcıların qatılığından və yürüklüyündən asılıdır. TlSe-GaTlSSe sisteminin TlSe əsasında bərk məhlul ərintilərinə elektrik keçiriciliyinin, termo-e.h.q.-sinin və yükdaşıyıcıların qatılığının tərkibdən asılı olaraq eyni xarakterə malik olması onların hamısının yarımkeçirici olduğunu təsdiq edir.

TlSe birləşməsi əsasında əmələ gələn bərk məhlulların elektrik keçiriciliyinin və termo-e.h.q.-nin hesablanmış qiymətlərindəki fərq oraya daxil edilən ikinci

komponentin xassələrindən və Ga elementinin kütlə ədədindən də asılıdır.

Şəkil. 3-də $(\text{TlSe})_{1-x}(\text{TlGaSSe})_x$ bərk məhlulunun 1.5, 2 və 3 mol % TlGaSSe tərkibli ərintilərinin xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı qrafikindən görünür ki, temperaturdan asılı olaraq xüsusi müqavimət azalır, tərkibdən asılı olaraq isə artır. Temperaturdan asılı olaraq bərk məhlul ərintilərinin xüsusi müqavimətinin azalması yarımkeçirici maddələr üçün xarakterikdir.

Tərkibdən asılı olaraq xüsusi müqavimətin artması isə onunla izah olunur ki, TlSe-ə əlavə edilən TlGaSSe-nin müqaviməti TlSe-nə nisbətən bir neçə dəfə çoxdur. Ona görə də TlGaSSe-nin miqdarı artdıqca nümunələrin xüsusi müqaviməti də artır. Otaq temperaturunda 1.5, 2 və 3 mol % TlGaSSe tərkibli ərintilərinin xüsusi müqaviməti uyğun olaraq, $\rho = 122$ Om'sm, $\rho = 130$ Om'sm və $\rho = 140$ Om'sm qiymətlərini alır. 200°C temperaturda xüsusi müqavimətin qiyməti $\rho = 42$ Om'sm, $\rho = 46$ Om'sm və $\rho = 54$ Om'sm olmuşdur.



Şək.3. (TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x bərk məhlul ərintilərinin xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı. 1- 1.5 mol %, 2- 2 mol %, 3- 3 mol % TlGaSSe.

TlSe əsasında alınan bərk məhlullar yuxarıda qeyd edilən temperatur intervalında „p”- tip yarımkeçiricidirlər.

Yarımkeçirici maddələrə xas olan xüsusiyyətlər ondan ibarətdir ki, onlara aşqar əlavə etdikdə, əvvəlcə aşqar keçiricilik sonra temperaturun müəyyən qiymətində isə məxsusi keçiricilik meydana gəlir. Valent zonası ilə keçiricilik zonası arasında yerləşən aşqarın təbiətindən asılı olaraq (donor və ya akseptor) nümunənin keçiricilik tipi dəyişə bilər. Buna əsasən mənfi (n-tip) və müsbət (p-tip) tip

yarımkeçiricilər almaq mümkündür.

Yarımkeçiricilərdə sərbəst elektronların mövcud olması nəticəsində əmələ gələn keçiriciliyə elektron keçiriciliyi deyilir və n-tip olur. Kristal daxilində rabitə qırılarkən və defektlərin olması nəticəsində elektron çatışmazlığı baş verir ki, bu da dəşik keçiricilik adlanır və p-tip keçiricilik baş verir. Güman etmək olar ki, TlSe birləşməsində taliumun Ga^{+2} ionu ilə əvəz edilməsi nəticəsində elektron çatışmazlığı baş verir, odur ki, p-tip keçiricilik yaranır.

ƏDƏBİYYAT

1. Медведева З.С. Халькогениды III подгруппы периодической системы. М.:Наука. 1968. 216 с.
2. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., Порецкая Л.В. и др Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М. Изд-во. Наука. 1975. 220 с.
3. Бахышов А.В., Лебедев А.А., Халафов З.Д., Якобсон М.Я. Зависимость оптических и фотоэлектрических свойств от состава твердых растворов $TlGaS_xSe_{2-x}$. // ФТТ. 1978. № 3. С. 580-583.
4. Федоров П.И., Мохосоев М.В., Алексеев Ф.П. Химия галлия, индия и таллия. Изд. Наука. Сибирское отделение. Новосибирск.1977.222 с.
5. Шевельков А.В. Химические аспекты создания термоэлектрических материалов. // Успехи химии. 2008. т.77. № 1. с.3-21.
6. Алиев И.И., Бабанлы М.Б. Фарзалиев А.А. Оптические и фотоэлектрические свойства тонких пленок

- стеклол $(As_2Se_3)_{1-x}(TlSe)_x$ ($X=0.05-0.1$). XI Международная конф. по физике и технологии тонких пленок. Ивано-Франковск. Украина 7-12 мая 2007. С. 86.
7. Мамедова А.З. Фазообразования в системе $TlSe-GaS$. VIII Республ. научн. конф. «Физико-химический анализ и неорганическое материаловедение». Сб. статей. Баку. 2002. С. 138-143.
8. Справочник «Физико-химические свойства полупроводниковых веществ». М.: Изд. Наука. 1979. 399 с.

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ
 $(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x$ ($x=0.015; 0.02; 0.03$)**

А.З.Мамедова, Г.З.Ибрагимова, Г.В.Шадлинская, Ф.Г.Алиев

Изучены температурные зависимости электропроводности, термо-э.д.с. и удельного сопротивления твердых растворов $(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x$.

Ключевые слова: твердые растворы, термо-эдс, удельное сопротивление, полупроводник, фоточувствительность.

**ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SOLID SOLUTIONS
 $(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x$ ($x = 0.015; 0.02; 0.03$)**

A.Z.Mamedova, G.Z.Ibragimova, G.V.Shadlinskaya, F.H.Aliyev

Temperature dependences of electric conductivity of thermo-emf and specific resistance of solid solutions $(TlSe)_{1-x}(TlGaSSe)_x$ have been studied

Keywords: solid solutions, thermo-emf, specific resistance, semiconductor, photosensitivity.

Redaksiyaya daxil olub 24.10.2013.