

(CuInSe₂)_{0,99}(In₂Te₃)_{0,01} BƏRK MƏHLUL
ƏRİNTİSİNİN BƏZİ ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ

M.Ş.HƏSƏNOVA

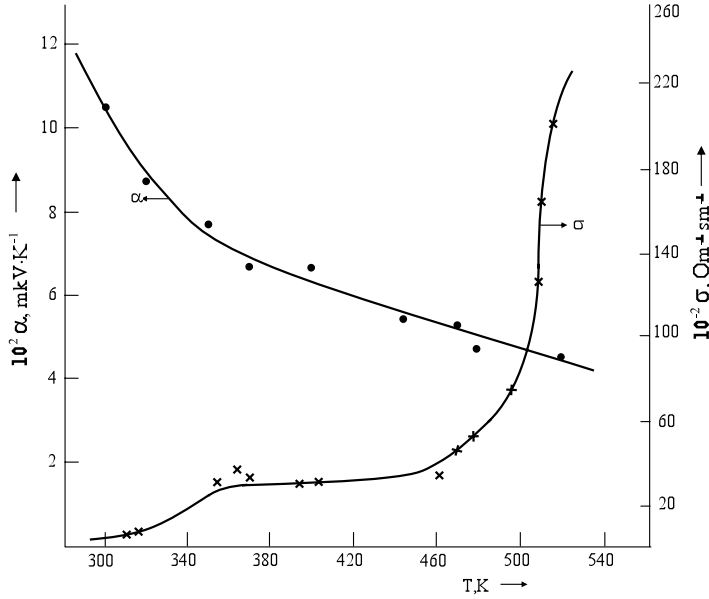
Azərbaycan Texniki Universiteti

(CuInSe₂)_{0,99}(In₂Te₃)_{0,01} tərkibli bərk məhlul ərintisində xüsusi elektrik keçiriciliyi, termo-e.h.q. əmsalı, yükdaşıyıcılarının Holl yürüklüyü və ümumi istilikkeçirmənin 300-600K intervalında temperatur asılılıqları tədqiq edilmişdir. Göstərilən asılılıqlarda müəyyən xüsusiyyətlər aşkar olunub ki, bu da tərkibin mürəkkəbliyi və kristallarda quruluş defektlərinin mövcudluğu ilə əlaqədardır.

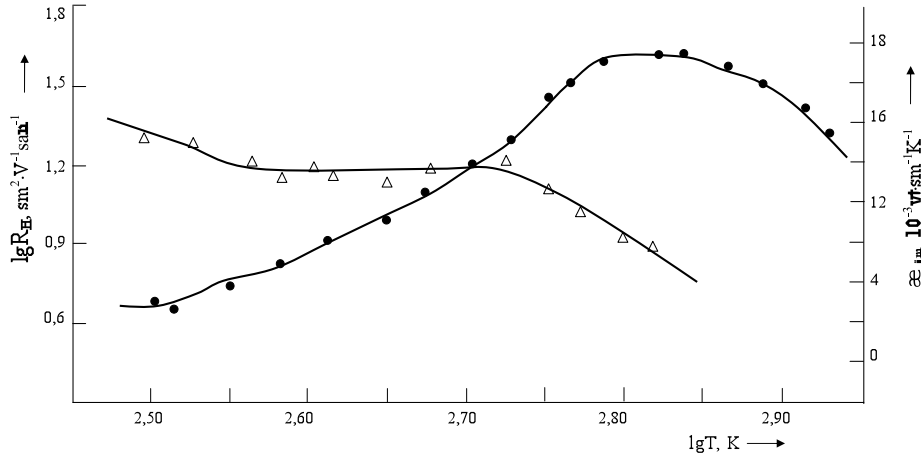
Son zamanlar müşahidə edilən enerji qıtlığı, yeni alternativ enerji mənbələrinin axtarışını və onlardan səmərəli istifadə edilməsi məsələsini aktual etmişdir. Bu baxımdan, belə enerji mənbələrinin yaradılması üçün CuInSe₂ birləşməsi və onun aşqarlanmış kristalları səmərəli yarımkeçirici materiallar sayılırlar. Həmçininalmazabənzər yarımkeçiricilərin də alternativ enerji mənbələrində tətbiq edilməsi məsələsi intensiv araşdırılır [1] ki, belə yarımkeçiricilərdən biri də In₂Te₃ birləşməsidir. Beləliklə, CuInSe₂ və In₂Te₃ birləşmələrinin qarşılıqlı təsirindən enerji sektoru üçün yararlı materiallar almaq mümkündür. Xüsusilə də CuInSe₂ birləşməsinə 3-cü qrup elementləri və onların halkogenidlərinin təsiri həm elmi, həm də tətbiqi nöqteyi-nəzərindən müəyyən əhəmiyyət kəsb edə bilər. Məsələyə aydınlıq gətirmək üçün tərəfimizdən CuInSe₂-In₂Te₃ sistemində fiziki-kimyəvi qarşılıqlı təsirin xarakteri tədqiq edilmişdir. Nəticədə CuInSe₂ birləşməsi əsasında bərk məhlul sahəsi aşkar edilmişdir [2] ki, onun da sərhəddi 300 K-də 4 mol% In₂Te₃-ə qədərdir. Hazırkı məqalə, aşkar edilmiş bərk məhlul sahəsindən olan (CuInSe₂)_{0,99}(In₂Te₃)_{0,01} tərkibli ərintinin elektrofiziki xassələrinin tədqiqinə həsr edilmişdir. Ərintilər düzünə sintez texnologiyası ilə kvars ampullalarda sintez edilmişlər. Sintez 1300K temperaturunda aparılmış, kristallaşdırma prosesi isə tədricən soyudulma rejimi ilə yerinə yetirilmişdir. Tarazlıq halını sona çatdırmaq məqsədilə nümunələr 873K temperaturunda 48 saat müddətində termiki emal olunmuşlar. Elektrofiziki parametrlərin ölçülməsi kompensasiya üsulu ilə [3], paralellopid formasında olan nümunələrdə yerinə yetirilmişdir. Ölçmələr 300-600K temperatur intervalında aparılmışdır. Əsasən nümunələrin xüsusi elektrik keçiriciliyinin, termo-e.h.q. əmsalının və Holl sabitinin temperatur asılılıqları tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələrə görə, (CuInSe₂)_{0,99}(In₂Te₃)_{0,01} tərkibinin xüsusi elektrik keçiriciliyinin və termo- e.h.q. əmsalının temperatur asılılıqları qurulmuşdur (şəkil 1). Göründüyü kimi, hər iki kinetik parametr temperaturdan asılı olaraq yarımkeçirici materiallara xas olan qanun üzrə dəyişir. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığında otaq temperaturundan təxminən 420-440 K temperaturuna qədər olan intervalında aşqar keçiriciliyi sahəsi mövcuddur. Lakin ~450 K temperaturundan

başlayaraq elektrik keçiriciliyində kəskin artma qeydə alınır. Belə yüksəliş, görünür, məxsusi keçiricilik sahəsinin yaranması ilə əlaqədardır. Bu sahədə elektrik keçiriciliyinin dəyişməsinə görə hesablanan qadağan zolağının eni $\sim 1,18$ eV tərtibində olmuşdur. Əgər nəzərə alınsa ki, aşqarsız CuInSe_2 birləşməsinin qadağan olunmuş zolağının eni $1,04$ eV-dur, o zaman onun əsasında alınan və tədqiq edilən $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$ tərkibli bərk məhlul ərintilərində qadağan zolağının eninin belə böyüməsini qanunauyğun saymaq olar. Qadağan olunmuş zolağın eninin belə böyüməsinə səbəb kristallik qəfəsin parametrlərinin təsiri və əvəz edilən maddə ilə əvəzolan maddənin tərkibindəki elementlərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri böyük rol oynaya bilər. Xüsusilə də, burada tərkibdəki elementlərin elektroməniliklərinin təsiri həlledici ola bilər.

Şəkil 1-dəki digər əyri tədqiq edilən tərkibin termo-e.h.q. əmsalının temperatur asılılığını göstərir. Göründüyü kimi, burada da yarımkəçiricilik təbiəti saxlanılır. Tədqiq edilən temperatur intervalında termo. e.h.q. əmsalının və həmçinin, Holl sabitinin işarəsi mənfi olmuşdur. $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$ tərkibli bərk məhlul ərintisinin ümumi istilikkeçirmə əmsalının və Holl yürüklüyünün temperatur asılılıqları şəkil 2-də göstərilmişdir. Tədqiq edilən temperatur intervalında ümumi istilikkeçirmə əmsalının dəyişməsi mənfi üstlü qanunla baş verir. Belə dəyişilmə nümunədə normal fonon prosesinin baş verdiyini göstərir, yəni burada istiliyin ötürülməsi çox güman ki, üçfononlu mexanizm üzrədir [3], Holl yürüklüyü temperaturdan asılı olaraq ~ 540 K-ə qədər artır və müəyyən qarışıq səpilmə sahəsindən keçdikdən sonra azalmağa meyl göstərir.



Şəkil 1. $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$ bərk məhlul ərintisinin xüsusi elektrikkeçiriciliyi (σ) və termo-e.h.q.əmsalının (α) temperatur asılılığı.



Şəkil 2. $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$ bərk məhlul ərintisinin ümumi istilikkeçirmə əmsalı ($\chi_{\text{üm}}$) və sərbəst yükdaşıyıcılarının Holl yürüklüyünün temperatur asılılığı (R_{H})/

Holl yürüklüyünün böyümə sahəsindəki səpilmə mexanizminin qiymətindən ($T^{3,5}$) belə bir nəticə çıxır ki, burada yükdaşıyıcıların səpilməsinə səbəb ionlaşmış aşqar atomlarıdır. Səpilmə əmsalının böyük olmasına səbəb ionlaşmış aşqar atomlarının miqdarının çoxluğu ola bilər. Yüksək temperaturlarda isə səpilmə mexanizmi dəyişir və burada əsas rol kristallik qəfəsin istilik rəqsləri (əsasən optiki rəqslər) ilə yanaşı, kütlədə mövcud olan əlavə səpilmə mənbələri oynayır, çünki bu zaman yükdaşıyıcılarının yürüklüyü $T^{-3,5}$ qanunu üzrə dəyişir. Ümumiyyətlə, sərbəst yükdaşıyıcılarının səpilmə mexanizmini xarakterizə edən kəmiyyətin yüksək qiymət alması yüksək müqavimətli materiallara xas olan cəhətdir və burada kristallik quruluşda mövcud olan nizamsızlıqlardan əlavə səpilmənin (məs. amorf yarımkeçiricilərdə olduğu kimi) baş verməsi meydana çıxır. Yəni elə yarımkeçirici materiallar vardır ki, onlarda yükdaşıyıcılarının yürüklüyü kiçikdir və sərbəst qaçış yolunun orta uzunluğu kristallik qəfəs sabitindən kiçikdir. Bu zaman yükdaşıyıcıları bir elementar qəfəsdən digərinə sıçraya bilər. Belə hərəkətlərin tezliyi $e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$ kəmiyyəti ilə səciyyələndirildiyindən, yürüklük də

$U_H \sim e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$ ifadəsi ilə müəyyənləşdirilir. Yəni belə yarımkeçiricilərin səpilmə mexanizmini əks etdirən kəmiyyət böyük qiymətə malik olur. Görünür, tədqiq etdiyimiz tərkib də polikristallik olduğundan müəyyən nizamsızlığa malikdir və bunun nəticəsi olaraq onda əlavə səpilmə mənbələrinin yaranma ehtimalı böyükdür. Əlavə səpilmə mexanizminin yaranmasının digər bir səbəbi də manqan atomlarıdır, çünki belə xüsusiyyət manqanla aşqarlanan digər yarımkeçirici birləşmələrdə də müşahidə edilib [4].

Beləliklə, yekun nəticə kimi qeyd etmək olar ki, tədqiq edilən bərk məhlul tərkibində kinetik əmsallarının bəzilərinin temperatur asılılıqları müəyyən anomallığa malikdirlər və bu da bir tərəfdən tərkibin mürəkkəbliyindən, digər tərəfdən isə ərintilərdə quruluş defektlərinin mövcudluğu ilə əlaqədardır.

ƏDƏBİYYAT

1. Афанасьев И.С., Борисов В.Н., Мицкевич В.Н. Оценка преобразователей солнечной энергии на основе алмазоподобных материалов // Журнал Водородный Всеобуч (Россия) 2003, №3, 101-102 с.
2. Heydərov R.E., Həsənova M.Ş. Günəş elementləri üçün $(\text{CuInSe}_2)_{1-x}(\text{In}_2\text{Te}_3)_x$ materiallarının alınması və xassələrinin öyrənilməsi. AzTU-nun 47-ci tələbə elmi-texniki konfransının məruzələrinin tezisləri. Bakı, AzTU, 3-5 may 2004, s.17.
3. Кретьова М.А., Авилов Е.С., Земсков В.С. Введение в методику эксперимента, результаты и их обсуждение. М., Наука, 2004, 196 с.
4. Кривошеев А.Е., Иваненко Л.И., Филонов А.Б., Шапошников В.Л, Бер Г., Шуманк И., Борисенко В.Е. Термоэлектрическая эффективность монокристаллов полупроводникового силицида рутения // Физ. и техн. полупроводников. 2006, т.40, №1, с.29-34.

НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА ТВЕРДОГО РАСТВОРА $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$

М.Ш.ГАСАНОВА

РЕЗЮМЕ

В интервале 300-600 К исследованы температурные зависимости удельной электропроводности, коэффициента термо-эдс. Холловской подвижности носителей тока и общей теплопроводности сплава твердого раствора $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$. В указанных зависимостях обнаружены некоторые особенности, связанные как со сложностью состава сплава, так и структурными дефектами кристаллов.

SOME ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SOLID SOLUTION OF ALLOY $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$

M.Sh.GASANOVA

SUMMARY

Temperature dependence of particular electric conductivity, coefficient of thermal electromotive power, mobility of Hall's carriers, general thermal conductivity in a solid solution of the alloy $(\text{CuInSe}_2)_{0,99}(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,01}$ in the 300-600°K range has been investigated.

At the indicated dependencies the definite specificities connected with complexity of a structure and presence of structural defects in crystals have been revealed.