

Cu₃SeTe BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK VƏ TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

A.İ. CABBAROV, S.İ. İBRAHİMOVA, N.A. ƏLİYEVƏ, Q.H. HÜSEYNOV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,

Bakı, Az 1143, H. Cavid, 131

E-mail: nergiz_25@mail.ru

Sintez edilmiş Cu₃SeTe kristalında, 293-850 K intervalında xüsusi müqavimət (R_0), elektrikkeçirmə (I/R) və termo.e.h.q.-si (α) ölçülmüşdür. Müəyyən edimişdir ki, kristalın elektrik keçiriciliyi otaq temperaturundan ~550K temperatur intervalında aramla, 550K-dən ~ 750K-ə qədər dəyişməz, sonra isə sürətlə azalır, quruluş faza keçidinə qədər tədricən, keçiddən sonra isə nisbətən sürətlə artır. Termo-e.h.q. (α) qiyməti isə 300K-dən 350K-ə qədər sürətlə azalır, 350K-dən 550K-ə qədər dəyişməz qalır, 550K-dən 750 K-ə qədər sabitlik yaranır, 750 K-dən sonra sürətlə artır.

Açar sözləri: sintez, quruluş, faza keçidi, rentgen, difraksiya, müqavimət.

PACS: 538.91+538.93

GİRİŞ.

Uzun illərdir ki, Mis-xalkogen (Se, S, Te) sistemləri maraqlı tədqiqat obyektləri kimi müxtəlif elmi mərkəzlərdə diqqətlə öyrənilir. Bu materiallara olan maraq isə ilk növbədə onlarda təsadüf edən əhəmiyyətli fiziki-kimyəvi xassələrdir [1-2]. Göstərilən sistem birləşmələrinin digər maraqlı xüsusiyyətlərindən biri də onlarda temperaturdan asılı olaraq baş verən quruluş faza keçidlərinin olmasıdır. Qeyd etdiyimiz kimi indiyə qədər mis-xalkogen sistemləri dəfələrlə müxtəlif müəlliflər tərəfindən ətraflı təbiiq edilmişdir [3-6]. Qeyd etdiyimiz tədqiqat işlərində əsas etibarlı ilə bu sistemlərin hal diaqramının qurulmasına, sistemdə formalaşan birləşmə və bərk məhlul kristallarının fiziki-kimyəvi, termodinamiki xüsusiyyətlərinin tədqiqinə, eləcə də sistemdə fazaəmələgəlmə prosesinə xalkogen-Cu nisbətlərinin təsirinə həsr edilmişdir.

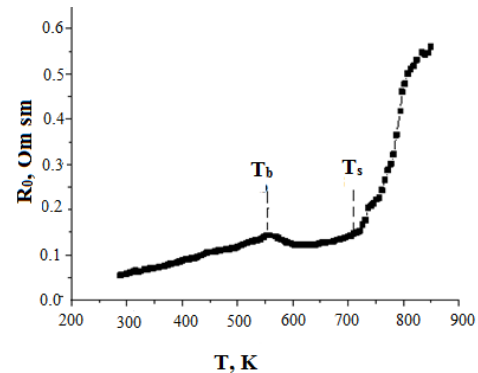
Bunları nəzərə alaraq, [7]-ci işin müəllifləri Cu₃SeTe tərkibli birləşmə kristallarının alınması, onun rentgenfaza analizinin aparılması və temperaturdan asılı olaraq, nümunədə baş verən quruluş dəyişikliklərini yüksək temperaturu difraksiya üsulu ilə tədqiq etmişlər. Müəyyən olunmuşdur ki, otaq temperaturunda Cu₃SeTe qəfəs parametri $a=7,3059\text{Å}$, $V=389,961\text{Å}^3$, fəza qrupu P-43m, $Z=4$ olan kubik quruluşlu fazadır. Yüksək temperaturu rentgendifraksiya üsulu ilə vakuum şəraitində aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Cu₃SeTe üçün qeyd olunan otaq temperaturu kubik faza $693\pm 3\text{K}$ -də parametri $a=5,8439\text{Å}$, $V=199,576\text{Å}^3$, fəza qrupu F-43n, $Z=2$ olan yeni kubik, üzde mərkəzləşmiş fazaya çevrilir.

Bu iş isə Cu₃SeTe birləşməsinin 300-850 K intervalında xüsusi müqavimətinin (R_0), elektrikkeçirmənin (σ) və termo-e.h.q.-nin (α) təyin edilməsinə həsr olunmuşdur. Tədqiq edilən nümunəyə kontaktlar ümumi qaydaya uyğun olaraq, [8] işdə olduğu kimi misin nümunədən düzəldilmiş paralelopipedin üzərinə elektrolitik çökdürülməsi yolu ilə yerinə yetirilmişdir. Cu₃SeTe-un xüsusi müqavimətinin (R_0), elektrikkeçirmənin (I/R) və termo e.h.q.-nin (α) ölçülməsi 3% dəqiqliyində, 300-850 K intervalında dördzondlu üsul ilə yerinə yetirilmişdir. Cu₃SeTe kristalları üzərində aparılan təcrübə tədqiqatların nəticələri uyğun olaraq aşağıda verilən 1, 2, 3 şəkillərdə verilmişdir.

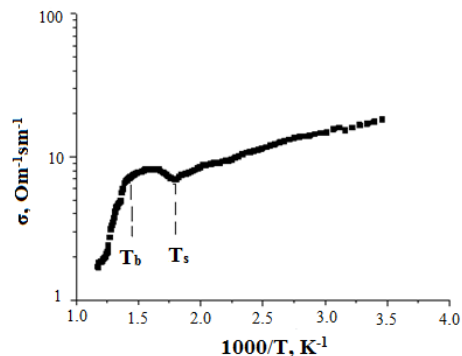
Göstərilən şəkillərdə Cu₃SeTe kristalları üçün verilən əyrilərin mahiyyətini açmaq üçün [9] ədəbiyyatda verilən ifadədən istifadə etmək daha əlverişli sayılmışdır. Bu ifadə belədir:

$$\Delta E_a = 2k_B / 0.43 \left\{ \Delta \lg(\sigma) / \Delta(1000/T) \right\}$$

Verilən ifadədə də ΔE_a –elektron voltlarla aktivləşmə enerjisi; $k_B=0.87 \cdot 10^{-4} \text{eV/K}$, K - Bolsman əmsalı, T - Kelvin şkalası ilə temperatur; I/R_0 - nümunənin elektrik keçirməsidir. Yuxarıda verilən ifadəyə uyğun olaraq, $\lg(1/R_0)$ asılılıqdan asanlıqla müxtəlif temperaturlar üçün aktivləşmə enerjisini də hesablamaq mümkündür.



Şəkil 1. Cu₃SeTe birləşməsinin elektrik müqavimətinin temperatur asılılığı.



Şəkil 2. Cu₃SeTe birləşməsinin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı.

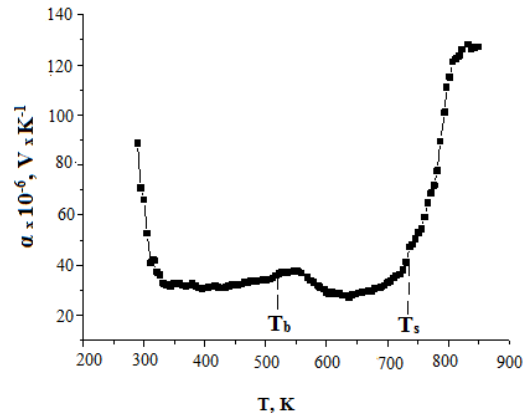
Onu da qeyd etmək lazımdır ki, aparılan tədqiqatların nəticələrini müqayisə edəndə aydın olur ki, verilən ölçülərin ayrıları bir-birini təsdiqləsə də, müəyyən qədər fərqlər də nəzərə çarpır. Məsələn, şəkil 1-dən aydın olur ki, otaq temperaturu fazada temperaturdan asılı olaraq baş verən quruluş-faza çevrilməsinə quruluş faza keçidinə qədər (T_b) elektrikkeçirmə aşağı sürətlə, quruluş faza keçidi bitdikdən sonra isə (T_s) daha sürətlə azalır. Şəkil 2-də isə proses eyni qalsa da, keçiricilikdə T_b -yə qədər keçiricilik ciddi sürətdə azalır. T_s - dən sonra isə keçiriciliyin azalma sürəti azalır.

Cu_3SeTe üçün aparılan termo-e.h.q. əyrisində isə məsələ bir qədər başqa xarakter daşıyır. Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, temperaturdan asılı olaraq, α -nın qiyməti 300-350 K-ə qədər xeyli azalır. Bu temperaturdan quruluş faza keçidi temperaturuna qədər prosesdə dəyişiklik baş vermir. $T \sim 750\text{K}$ -dən sonra quruluş dəyişikliyi prosesi bitir və α -nın qiyməti sürətlə artır. Qeyd edək ki, təhlilini verdiyimiz nəticələr kristalda baş verən quruluş dəyişikliyinə təsirinə bağlı olma prosesi kimi qəbul edilməlidir.

Şəkil 2-də Cu_3SeTe birləşməsinin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından kristalın struktur keçidinə kimi və keçiddən sonrakı aktivasiya enerjisi hesablanmış və müəyyən edilmişdir ki, $T = 290\text{--}540\text{K}$ temperaturlarına kimi aktivasiya enerjisi $\Delta E_{a1} = 0.098\text{ eV}$ $T = 720\text{--}850\text{ K}$ temperaturlarına kimi $\Delta E_{a2} = 0.196\text{ eV}$ -a bərabərdir və müşahidə edilən enerji fərqi struktur dəyişikliyi nəticəsində itirilən enerjinin miqdarını göstərir.

Qeyd etmək lazımdır ki, xüsusi elektrik müqavimətinin (R_0) (şəkil 1) və termo- e.h.q.-nin şəkil 3-də verilən aşağıdakı qiymətləri həmçinin quruluş çevrilməsinin mahiyyətini açır. Belə ki, 300K-də $R_0 = 0.0585\text{ Om}\cdot\text{sm}$ və $\alpha = 60 \cdot 10^6\text{ V/K}$; $T_b = 558.5\text{K}$ -də $R_0 = 0.1429\text{ Om}\cdot\text{sm}$ və $\alpha = 36.9 \cdot 10^6\text{ V/K}$;

$T_s = 720\text{K}$ -də $R_0 = 0.1523\text{ Om}\cdot\text{sm}$ və $\alpha = 36.5 \cdot 10^6\text{ V/K}$; $T = 820\text{ K}$ -də $R_0 = 0.5307\text{ Om}\cdot\text{sm}$ və $\alpha = 126 \cdot 10^6\text{ V/K}$ qiymətlərində olmuşdur (T_b - struktur keçidin başlanğıcı və T_s - son temperaturlardır).



Şəkil 3. Cu_3SeTe birləşməsinin termo- e.h.q.-nin temperatur asılılığı.

Yekun olaraq onu da qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda Cu_3SeTe kristalları üçün təhlil olunan R_0 , σ və α -nın ümumi xüsusiyyətləri mahiyyətə kristalda müşahidə edilən quruluş faza çevrilməsi ilə bilavasitə bağlıdır. Belə ki, Cu_3SeTe kristalları quruluş faza keçidinə qədər də, keçiddən sonra da kubik qəfəsə malikdir.

Amma buna baxmayaraq, onun otaq temperaturunda qəfəsi primitiv (sadə) keçiddən sonra isə üzə mərkəzləşmiş kubik qəfəsdir. Buna görə də, onların kristal quruluşları fərqlidir və bu da kristalın elektrikkeçiriciliyində özünü göstərir.

- | | |
|--|--|
| [1] P. Perro and Y. Cleande. Rev. Chem. Miner., 1971, 8 (1), 87. | [6] M. Glazov, A.S. Pashinkin and V.A. Fedorov. Inorganic Materials, 2000, vol.26, №7, p. 641. |
| [2] M.Kh. Balapanov, R.A.Yakshibaev, and U.Kh.Mukhamedyanov. Phys. Solid State 45 (4), 2003, p. 634. | [7] N.A. Əliyeva, G.F. Qənzadə, Q.H.Hüseynov, F.F. Yəhyaeva. Fizika Jurnalı, 2017, Vol. XXIII, №3, pp. 24-27. |
| [3] X.X. Xiao, W.J. Xie, X.F.Tang, and Q.J. Zhang. Chin. Phys., 2011, B 20 (8), 087201-1. | [8] М.С. Соминский. Полупроводники. Ленинград, Изд-во « Наука », 1967, 439 с. |
| [4] S. Miyatani, Yu. Miura, and H. Ando. J. Phys. Soc. Jpn. 1979, 46, 1825. | [9] Практикум по полупроводникам и полупроводниковым приборам. Под редакцией К.В.Шалимовой. М., Изд-во «Высшая школа», 1967, с. 17, 464 с. |
| [5] R.A. Almukhametov. R.F. Yakshibaev and M.Kh. Balapanov. Solid State Ionics, 1989, 31, 247. | |

A. I. Jabarov., S.I. Ibrahimova., N.A. Alieva., G.G.Guseinov.

ELECTRIC AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF Cu_3SeTe COMPOUND

The resistivity (R_0), electric conduction (I/R) and thermal emf value (α) are measured in synthesized crystal Cu_3SeTe in temperature interval 293 – 850K. It is established that crystal electric conduction slowly decreases in the interval from room temperature up to 550K, in interval from 550K up to 750K it almost doesn't change and it further rapidly decreases, it gradually increases up to phase transition and rapidly increases after transition. Thermal emf decreases from 300K up to 350K, doesn't change from 350K up to 550K, stabilizes from 550K up to 750K and rapidly increases from 750K.

Cu₃SeTe BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK VƏ TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

А. И. Джаббаров., С.И. Ибрагимова., Н.А.Алиева., Г.Г. Гусейнов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ Cu₃SeTe

В синтезированных кристаллах Cu₃SeTe в интервале температур 293-850К были измерены удельное сопротивление (R_0), электропроводность (I/R) и термо-э.д.с. (α). Было установлено, что электропроводность кристалла в интервале от комнатной температуры до 550 К медленно уменьшается, в пределах от 550 К до 750 К почти не меняется, а затем быстро уменьшается, до фазового перехода постепенно повышается, а после перехода быстро растет. Термо-э.д.с. от 300К до 350К резко уменьшается, от 350К до 550К не изменяется, от 550 К до 750 К стабилизируется, а от 750 К резко увеличивается.

Qəbul olunma tarixi: 01.05.2019