

MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ MONOKRİSTALLARINDA TERMOSTİMULLAŞMIŞ DEPOLYARİZASIYA CƏRƏYANLARI

N.N.NİFTİYEV

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Az1000, Bakı, Ü.Hacıbəyov, 34

O.B.TAĞIYEV

AMEA Fizika institutu, Az.1143, Bakı, H.Cavid, 33

MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristallarında müxtəlif polarizasiya gərginliklərində termostimullaşmış depolyarizasiya cərəyanları tədqiq edilmişdir. Sürətli yapışma səviyyələrinin mövcudluğu aşkara çıxarılmışdır. Bu monokristallarda tələlərin yerləşmə dərinliyi, konsentrasiyası və tutulma en kəsikləri təyin edilmişdir.

Yarımkəçirici və dielektriklərdə yapışma səviyyələrinin parametrlərini tədqiq etmək üçün istifadə olunan üsullardan biri termostimullaşmış depolyarizasiya metodudur.

Bu işdə MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristallarında müxtəlif polarizasiya gərginliklərində termostimullaşmış depolyarizasiya cərəyanlarının (TD C) tədqiqi nəticələri verilmişdir.

MnIn₂S₄ monokristal kimiyyəvi köçürmə metodu ilə alınmışdır. Rentgenquruluş analiz göstərdi ki, MnIn₂S₄ kubik quruluşa malik olub (f.q.Fd 3m), qəfəs sabiti $a=10,71\text{Å}$ –a bərabərdir[1]. MnGalnS₄ monokristal Bricmen metodu ilə alınmışdır. Rentgenoqrafik tədqiqatlar göstərir ki, MnGalnS₄ monokristal qəfəs sabitləri $a=3,81$; $C=12,17\text{Å}$; $z=1$, f.q. p3m1 olan ZnIn₂S₄ birpaketli yarımtp quruluşunda kristallaşır [2].

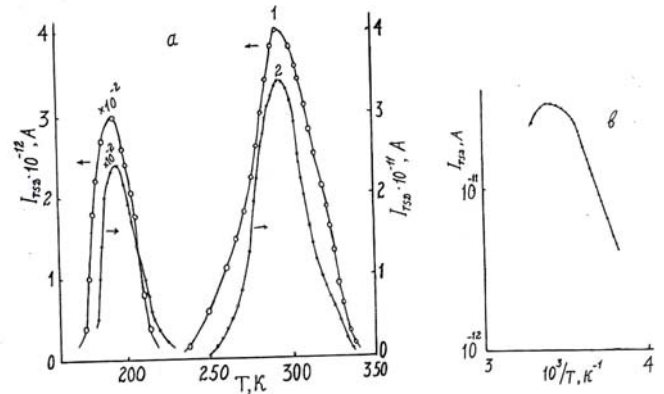
MnIn₂S₄ monokristal kimiyyəvi köçürmə metodu ilə alınmışdır. Rentgenquruluş analiz göstərdi ki, MnIn₂S₄ kubik quruluşa malik olub (f.q.Fd 3m) və qəfəs sabiti $a=10,71\text{Å}$ –a bərabərdir [1]. MnGalnS₄ monokristal Bricmen metodu ilə alınmışdır. Rentgenoqrafik tədqiqatlar göstərir ki, MnGalnS₄ monokristal qəfəs sabitləri $a=3,81$; $C=12,17\text{Å}$; $z=1$, f.q. p3m1 olan ZnIn₂S₄ birpaketli yarımtp strukturuna kristallaşır [2].

MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristallarında TSD-nin ölçülməsi zamanı nümunədə qabaqcadan həyəcanlandırma müəyyən temperaturda (140÷400K) VAX-ın q/ xətti oblastında gərginliyin tətbiqi ilə 10 dəqiqə ərzində həyata keçirilir. Sonra gərginliyi ayırmadan nümunə 140K temperatara kimi soyudulur. Bu temperatara çatdıqdan sonra gərginliyi ayırırlar və nümunə qısa qapanır. 1-5 dəqiqə keçdikdən sonra nümunə sabit sürətlə 400K temperatara qədər qızdırılır və eyni vaxtda xarici dövredə cərəyan ölçülür. Nümunənin qızdırılma sürəti $b=0.07\div 0.6$ dər/san intervalında dəyişdirilir.

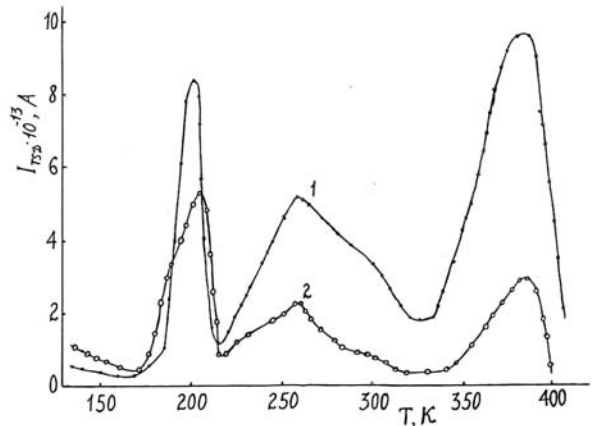
Şəkil 1a–da MnIn₂S₄ monokristal üçün müxtəlif polarizasiya gərginliklərində TSD əyriləri göstərilmişdir. Nümunəyə gərginlik VAX-ın q/ xətti oblastında 340K temperatarda tətbiq edilmiş və bu gərginlik altında nümunə 160K temperatara kimi soyudulmuşdur. MnIn₂S₄ monokristalında TDC spektrində müxtəlif temperaturu iki maksimum aşkara çıxarılmışdır. Polarizasiya gərginliyi artdıqca TDC maksimumunu yüksək temperatur oblastına doğru sürüşür və TDC-nin qiyməti artır.

Şəkil 2-də MnGalnS₄ monokristal üçün 2 müxtəlif polarizasiya gərginliklərində TDC əyriləri verilmişdir.

Nümunəyə gərginlik VAX-ın q/xətti oblastına uyğun 400K temperatarda tətbiq edilmiş və bu gərginlik altında nümunə 140K temperatara kimi soyudulmuşdur. MnGalnS₄ monokristalında 400V polarizasiya gərginliyinə uyğun TDC spektrində temperatur maksimumları 202, 260 və 383 K olan üç pik müşahidə edilmişdir. Polarizasiya gərginliyi artdıqca cərəyan maksimumuna uyğun temperatur yüksək temperatur oblastına doğru sürüşür.



Şəkil 1. a) 340K polarizasiya temperaturunda və polarizasiya gərginliyinin müxtəlif qiymətlərində TSD əyriləri (U, V); 1-300; 2-500
b) 500 V polarizasiya gərginliyində 294 K temperatara uyğun TSD cərəyan pikinin başlanğıc hissəsinin temperaturdan asılılığı.



Şəkil 2. 400K polarizasiya temperaturunda və polarizasiya gərginliyinin müxtəlif qiymətlərində TSD əyriləri (U, V); 1-400; 2-500

TDC əyrilərinin analizi üçün yapışma səviyyələrinin növünü bilmək lazımdır. Bildiyimiz kimi yapışma səviyyələrinin növünü bilmək üçün « δ » kəmiyyətindən istifadə olunur və « δ » aşağıdakı ifadədə tapılır.

$$\delta = \frac{T_2 - T_M}{T_2 - T_1}$$

Burada T_M -TSD-nin maksimumuna uyğun temperatur, T_1 və T_2 – TCD-nin maksimum intensivliyinin yarısına uyğun aşağı və yuxarı temperaturlardır. TCD maksimumlarının formalarının analizi göstərir ki, MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristalları üçün müşahidə edilən bütün maksimumlarda

$$\delta \geq e^{-1} \left(1 + \frac{2kT_M}{E_t} \right)$$

şərti ödənilir [3]. Bu şərtin ödənilməsi sürətli yapışma səviyyələrinin mövcudluğunu göstərir.

Şəkil 1b-də MnIn₂S₄ monokristalı üçün 500V polarizasiya gərginliyində 294K temperaturla uyğun TDC cərəyan pikinin başlanğıc hissəsinin temperaturdan asılılıq əyrisi $\sim 10^3/T$ miqyasında göstərilmişdir. Bu əyridən tələlərin enerji səviyyəsi hesablanmışdır və $E_t = 0,60\text{eV}$ [4].

MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristalları üçün tələlərin yerləşmə dərinliyi TDC-dən cərəyanın başlanğıc artımı hissəsinin temperaturdan asılılığından (Qarlık-Qibson metodu) [5], Byub metodundan [6] və TSD cərəyanı piklərinin formasından asılı olan düsturlardan [7,8], təyin edilmişdir. Aşqar tələlərin konsentrasiyası və tutulma en kəşkiləri aşağıdakı düsturlardan təyin edilir:

$$N_t = \frac{j_M N_s K T^2_M}{\alpha \tau E_t b} \quad S_t = \frac{b j_M E_t^2}{2 \alpha N_s g_i K^2 T^3_M} \exp\left(\frac{2E_t}{K T_M}\right)$$

Burada: j_M – TDC maksimumuna uyğun cərəyan, b-qızdırılma sürəti, N_s – keçirici zonada hal sıxlığı, g_i – sərbəst elektronların istilik sürəti, K – Bolsman sabitidir. $\ln j \sim 1/T$ koordinatında j ayrının düz xətt hissəsinin yüksək temperatur oblastında ekstrapolyasiyası nəticəsində ordinat oxundan α parçasını ayırır.

Yuxarıda göstərdiyimiz metodların köməyi ilə hesablamalar nəticəsində MnIn₂S₄ monokristalında lokal səviyyələrin parametrləri üçün aşağıdakı qiymətlər alınmışdır.

$$\begin{array}{ll} E_{t1} = 0,38 \pm 0,02 \text{ eV} & E_{t2} = 0,59 \pm 0,02 \text{ eV}; \\ N_{t1} = 2,6 \times 10^{13} \text{ sm}^{-3} & N_{t2} = 5,2 \times 10^{15} \text{ sm}^{-3} \\ S_{t1} = 1,7 \times 10^{-17} \text{ sm}^2 & S_{t2} = 2,3 \times 10^{-17} \text{ sm}^2 \end{array}$$

MnGalnS₄ monokristalı üçün isə lokal səviyyələrin parametrlərinin orta qiymətləri aşağıdakı kimidir.

$$\begin{array}{ll} E_{t1} = 0,39 \pm 0,02 \text{ eV} & E_{t2} = 0,50 \pm 0,02 \text{ eV}; \\ E_{t3} = 0,70 \pm 0,02 \text{ eV} & N_{t1} = 2,5 \times 10^{14} \text{ sm}^{-3} \\ N_{t2} = 4 \times 10^{18} \text{ sm}^{-3} & N_{t3} = 0,9 \times 10^{14} \text{ sm}^{-3} \\ S_{t1} = 2,9 \times 10^{-17} \text{ sm}^2 & S_{t2} = 8,5 \times 10^{-14} \text{ sm}^2 \end{array}$$

$$S_{t3} = 2,4 \times 10^{-18} \text{ sm}^2$$

Beləliklə, MnIn₂S₄ və MnGalnS₄ monokristallarında müxtəlif polarizasiya gərginliklərində termostimullaşmış depolyarizasiya cərəyanları tədqiq edilmişdir. Sürətli yapışma səviyyələrinin mövcudluğu aşkara çıxarılmışdır. Bu monokristallarda tələlərin yerləşmə dərinliyi, konsentrasiyası və tutulma en kəşkiləri təyin edilmişdir.

- | | |
|--|--|
| [1] T. Kanamoto, H. Ido H., T. Kaneko. J.Phys. Japan, 1973, v.34, №2, p.554. | [6] R. Byub. Fotoprovodimost tverdıx tel. M: Mir, 1960, 558 s. |
| [2] C. Batistony, L. Gastaldi, Q. Mattogno et.al. Solid State Commun., 1987, v.61, №1, p.43-46 | [7] Ə.A.Pyasta. K teorii krivix termostimulirovannoqo vzbujdeniya. Mikroelektronika, 1974, T.3, №1, s.178-180 |
| [3] P.Q. Litevçenko, V.İ. Ustinov. Aktualniye voprosi fiziki poluprovodnikovix priborov. Vilnyus, Mokslas, 1960, s.153 | [8] Q.A. Bordovskiy. Termostimulirovanniye toki kak metod opredeleniya parametrov lovuşek. Fotoprovodyaşşiyeye okislı svintsı. 1976, s.87-110. |
| [4] Yu.A.Qoroxovatskiy. Osnovi termodepolarizatsionnoqo analiza, M.: Nauka, 1981, 176 s. | |
| [5] F. Garlic, A.F. Gibson. Proc. Phys. Soc., 1948, A60, P.6, №342, p.574-590. | |

N.N. Niftiyev, O.B. Tagiyev

CURRENTS OF THERMOSTIMULATED DEPOLARIZATION IN MnIn₂S₄ AND MnGalnS₄ SINGLE CRYSTALS

The currents of thermostimulated depolarization in single crystals MnIn₂S₄ and MnGalnS₄ at the different polarizing voltage. The presence of quick capture levels are revealed. The depth levels, concentration and capture cross-sections are obtained.

Н.Н. Нифтиев, О.Б. Тагиев

ТОКИ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ

MnIn₂S₄ и MnGalnS₄

Исследованы токи терmostимулированной депольаризации в микрокристаллах MnIn₂S₄ и MnGalnS₄ при различных поляризующих напряжениях. Выявлено наличие быстрых уровней прилипания. Определены глубины залегания уровней, концентрация и сечения захвата ловушек.

Received: 15.09.05