

UOT 536.413-541.661

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_4

(TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1; 0,2) BƏRK MƏHLULLARININ İZOTERMİK SIXILMASI VƏ ATOMLARARASI RABİTƏ ENERJİSİ

¹QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu

²MƏMMƏDOV FUAD ƏZİZ oğlu

³MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2,3-dosent

xuraman20@mail.ru

Açar sözlər: rabitə enerjisi, izotermik sıxılma, bərk məhlul, kristallik quruluş, dilatometr, fiziki xassə, dağıdıcı gərginlik

Məlum olduğu kimi kristalların fiziki xassələri atomlararası rabitə enerjisinin qiymətindən asılı olur. Eksperimental olaraq təsdiq edilmişdir ki, atomlararası rabitə enerjisi artdıqca bərk cisimlərin möhkəmliyi də artır. Belə əlaqə kovalent rabitəyə malik kristallarda və yarımkəçiricilərdə də vardır [1].

Kristal daxilində atomlararası rabitə enerjisinin təyin edilməsi tədqiq edilən maddədə bir sıra termodinamik parametrlərin qiymətləri haqqında, eləcə də onların öz aralarında qarşılıqlı əlaqəsi haqqında məlumat almağa imkan verir. Eyni zamanda bu parametrlərin qiymətini bilməklə yeni nəzəri modellər yaratmağa imkan yaranır.

Nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, kristalda hərtərəfli sıxılma modulu məlum olarsa, maksimal dağıdıcı qüvvənin qiymətini də təyin etmək mümkündür. Bu belə bir düstur vasitəsilə təyin edilir:

$$P_{\max} = \frac{K_0}{n+1} \quad (1)$$

Burada K_0 -mütləq sıfıra yaxın temperaturda hərtərəfli sıxılma modulu, n -sabitdir. Kulon qarşılıqlı təsir halında $n = \frac{2}{3}$ olur.

Beləliklə

$$P_{\max} \approx \frac{3}{5} K_0 \quad (2)$$

Bu işdə (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1;0,2) bərk məhlulları üçün eksperimental olaraq izotermik sıxılma əmsalının temperatur asılılığı təyin edilmişdir.

Bərk məhlullar ədəbiyyatdan mövcud olan üsulla sintez edilmiş, rentgenoqrafik üsulla tərkibin bircinsliliyi, kristallik quruluşu və qəfəs parametri təyin edilmişdir. Tədqiq olunan bərk məhlulların, üçqat ana maddə əsasında monoklin quruluşda kristallaşması müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, tərkibində TlGaS₂-nin çəki nisbəti artan halda qəfəs parametrlərinin qiymətində cüzi artım baş verir [2,3].

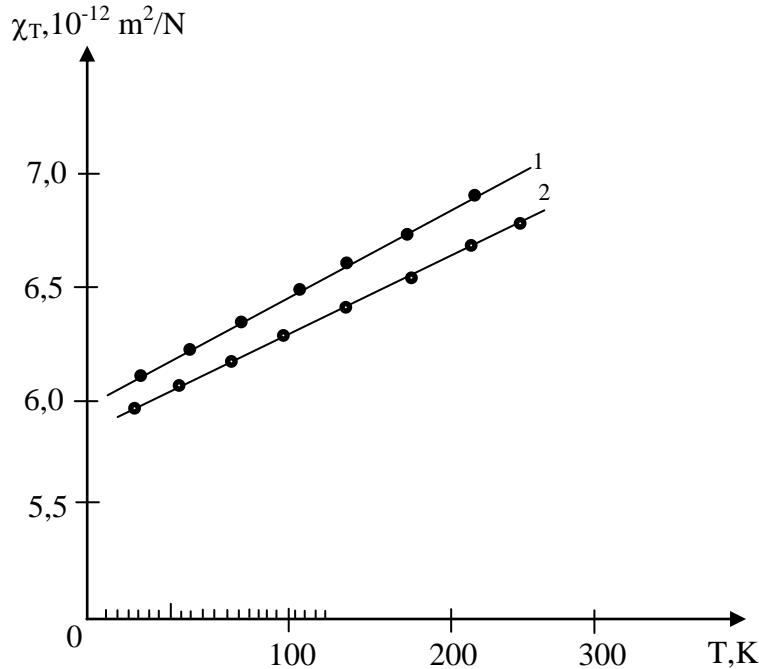
Sintez olunmuş tərkibdən izotermik sıxılmanı ölçmək üçün uzunluğu 0,03 m, diametri 0,005 m olan silindrik formalı nümunələr hazırlanmışdır. Bu məqsədlə sintez olunmuş külçə yenidən xırdalanaraq uyğun ölçülərə malik kvarts ampula içərisində əridilmişdir.

İzotermik sıxılma ədəbiyyatdan mövcud olan dilatometrik qurğuda ölçülmüşdür. Təcrübənin nisbi xətası 0,5% təşkil etmişdir [4].

Şəkildən görüldüyü kimi həm (TlGaS₂)_{0,1}-(TlGaSe₂)_{0,9} (1), həm də

Ölçmələr 80÷300 K temperatur intervalında aparılmışdır. Ölçmələr əsasında təyin edilmiş izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılığı şəkil 1-də göstərilmişdir.

Hər iki tərkib üçün izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılıqlarının xarakteri eynidir və onlarda heç bir faza keçidi müşahidə edilmir.



Şəkil 1. $(TlGaS_2)_x-(TlGaSe_2)_{1-x}$ bərk məhlulların izotermik sıxılma əmsallarının (χ_T)-temperatur asılılığı. 1- $(TlGaS_2)_{0,1}-(TlGaSe_2)_{0,9}$ 2- $(TlGaS_2)_{0,2}-(TlGaSe_2)_{0,8}$

$T \rightarrow 0$ oblastında izotermik sıxılma əmsalının qiyməti ekstrapolyasiya yolu ilə tapılmışdır. Bu qiymətlər $(TlGaS_2)_{0,1}-(TlGaSe_2)_{0,9}$ bərk məhlulu üçün $5,92 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$; $(TlGaS_2)_{0,2}-(TlGaSe_2)_{0,8}$ bərk məhlul üçün isə $5,85 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$ olmuşdur.

$K_0 = \frac{1}{\chi_0}$ olduğundan həmin bərk məhlullar üçün hərtərəfli sıxılma modulları $0,169 \cdot 10^{12} \frac{N}{m^2}$ və $0,171 \cdot 10^{12} \frac{N}{m^2}$ olmuşdur.

Beləliklə, P_{\max} – üçün tapılan qiymətlər uyğun olaraq $1,01440^{11} \frac{N}{m^2}$ və $1,026 \cdot 10^{11} \frac{N}{m^2}$ olmuşdur.

Bu qiymətlər əsasında

$$P_{\max} = -\frac{1}{8} \frac{U_0}{V_0} \quad (3)$$

düsturu vasitəsilə qəfəsin minimal enerjisi (atomizasiya enerjisi (U_0)-da) hesablanmışdır. Hesablamaların nəticəsi cədvəldə göstərilmişdir.

P_{\max} və U_0 -ın qiymətləri tədqiq olunan maddənin möhkəmliyi və eləcə də dağıdıcı gərginliyin qiymətləri haqda müəyyən məlumat almağa imkan verir. Belə ki, əgər nəzəri yolla hesablanan qiymətlər eksperimental qiymətlərdən çox böyük olarsa, deməli, tədqiq edilən materialda defektlilik

daha çoxdur. Onu azaltmaq məqsədilə materialda termik tablandırma aparmaq lazımdır. Bu yolla materialda mexaniki gərginliyin təsiri ilə dağılmanın ani baş verməsinə nail olmaq olur. Eyni zamanda dağılma müxtəlif nöqtələrdə deyil, eyni bir nöqtədə baş verir.

Cədvəl

(TlGaS ₂) _{0,1} -(TlGaSe ₂) _{0,9}					(TlGaS ₂) _{0,2} -(TlGaSe ₂) _{0,8}				
$\chi_T^0 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$	$K_0, 10^{12} \frac{N}{m^2}$	$P_{max}, 10^{11} \frac{N}{m^2}$	$U_0, 10^5 C$	$V_0, 10^{-7} m^3$	$\chi_T^0 \cdot 10^{-12} \frac{m^2}{N}$	$K_0, 10^{12} \frac{N}{m^2}$	$P_{max}, 10^{11} \frac{N}{m^2}$	$V_0, 10^{-7} m^3$	$U_0, 10^5 C$
5,92	0,169	1,014	-4,87	6	5,85	0,171	1,026	6	-4,92

Bu səbəbdən kristalın dağıdıcı qüvvəsi heç də tamamilə əlaqə enerjisinin hesablanmış qiyməti ilə tam üst-üstə düşmür. Bu qüvvə bir sıra digər faktorlardan da asılı olur.

Cədvəldən görüldüyü kimi tədqiq edilən bərk məhlullarda TlGaS₂-nin çəki nisbəti artdıqca kristal qəfəsində atomlararası rabitə enerjisi də azalmış olur. Bu cür azalma həmin bərk məhlullarda $\theta_D^2 \cdot M$ - hasilində də müşahidə edilmişdir. (θ_D - Debay xarakteristik temperaturu, M-molyar kütlədir). Bu nəticə bir daha təsdiq edir ki, $\theta_D^2 \cdot M$ -hasili də qiymətcə tədqiq edilən yarımkeçirici bərk məhlullarda atomlararası rabitə enerjisinin qiyməti ilə mütənasib olan bir parametrdir.

Hesablamalardan nəticə olaraq alınır ki, laylı yarımkeçiricilərdə sıxılma modulu ilə, atomlararası kimyəvi rabitə qüvvəsinin qiyməti və qəfəsin minimal enerjisi arasında düz mütənasib asılılıq vardır.

ƏDƏBİYYAT

1. Сирота Н.Н. Физические свойства полупроводников в связи с энергией и характером межатомной связи // В кн.: Химическая связь в полупроводниках и термодинамика. – Минск, – 1966, – 340 с.
2. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Məmmədov F.Ə., Zeynalov H.İ. (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x} (x=0,1; 0,2) bərk məhlulunun kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının rabitə enerjisindən asılılığı // Energetika ixtisasları üzrə kadr hazırlığının aktual məsələləri. Respublika elmi konfransının materialları. – Sumqayıt. – 30-31 may, – 2019. – s.90-91.
3. Годжаев М.М., Зарбалиев М.М. Курбанов М.М. Дилатометр для измерения ТКЛР твердых тел в широком интервале температур // Измерительная техника. – 1985. – №2, с.44-48.
4. Qurbanov M.M. TlGaX₂(x=S,Se,Te) birləşmələrində atomlararası orta kvadratik dinamik yerdəyişmənin Debay xarakteristik temperaturdan asılılığı / M.M.Qurbanov, S.C.Məmmədov, A.M. Əhmədova və b.// SDU.Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2014. –с.14, – №1, – S.10-13
5. Qurbanov M. M. Layli və zəncirvari quruluşlu yarımkeçiricilərin termodinamik parametrlərinin temperatur asılılıqlarında Debay funksiyasının rolu / M. M. Qurbanov, F. Ə. Məmmədov, S. C. Məmmədov, M. M. Qocayev // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 2. – P. 4-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43176372>

РЕЗЮМЕ

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СЖИМАЕМОСТЬ И ЭНЕРГИЯ МЕЖАТОМНОЙ СВЯЗИ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ (TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x}(x=0,1; 0,2)

Курбанов М.М., Мамедов Ф.А., Мамедов С.Д.

Ключевые слова: энергия связи, изотермическая сжимаемость, твердый раствор, кристаллическая структура, дилатометр, физическое свойство, разрушающее напряжение

Определение энергии межатомной связи внутри кристалла позволяет получить информацию о значениях ряда термодинамических параметров в исследуемом веществе, а также об их взаимодействии между собой. В то же время, знание цены этих параметров, даёт возможность создания новых теоретических моделей.

В статье приведены значения энергии связи твердых растворов $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$) вычисленных на основе модуля всестороннего сжатия. Выявлено, что для сложных полупроводников между модулем всестороннего сжатия, силы связи и минимальной энергией решетки имеется прямо пропорциональная зависимость.

SUMMARY

ISOTHERMAL COMPRESSIBILITY AND INTERATOMIC BOND ENERGY IN SOLID SOLUTIONS $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0,1; 0,2$)

Gurbanov M.M., Mamedov F.A., Mamedov S.C.

Key words: *binding energy, isothermal compressibility, solid solution, crystalline structure, dilatometer, physical properties, destructive stress*

Determination of the interatomic bond energy inside the crystal allows obtaining information about the values of a number of thermodynamic parameters in the substance under study, as well as about their interaction with each other. At the same time, knowing the price of these parameters, it becomes possible to create new theoretical models.

The article presents the values of the binding energy of solid solutions $(\text{TlGaS}_2)_x-(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}$ ($x=0.1; 0.2$) calculated based on the all-round compression module. It is revealed that for complex semiconductors there is a direct pre-proportional relationship between the module of all-round compression, the binding force and the minimum lattice energy.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.09.2021
	Son variant	02.11.2021