BAKI UNİVERSİTETİNİN XƏBƏRLƏRİ

№2 Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası 2010

YENİ ÜSULLA HAZIRLANMIŞ XƏLİTƏNİN TƏTBİQİ İLƏ GÜCLÜ SEQREQASİYAYA MALİK OLAN BİNAR BƏRK MƏHLUL MONOKRİSTALLARININ ZONA ƏRİTMƏKLƏ ALINMASI

V.İ.TAHİROV*, Ə.F.QULİYEV, Ü.V.TAHİROV, Z.Y.HƏSƏNOV, N.F.QƏHRƏMANOV

Bakı Dövlət Universiteti, Sumqayıt Dövlət Universiteti

n_gahramanov@mail.ru

Yeni üsulla alınmış xəlitədə tərkibin paylanma qanunu paylanma əmsalının (k) qiymətindən asılı olur. İkinci komponentin konsentrasiyası ya başlanğıcda sıfırdan başlayaraq tədricən artır, ya da sonda müəyyən qiymətdən tədricən azalaraq sıfıra yaxınlaşır. Belə xəlitənin uclarından birini komponentlərdən birinin (hazırkı işdə $Ge-Si$ sisteminin Ge-un) monokristal özəyi ilə təmasa gətirib zona əritmə üsulu ilə binar bərk məhlulun monokristallarını yetişdirmək mümkündür. Bu zaman ilkin əridilmiş zona monokristal özəyin üzərində yaradılır və xəlitənin digər ucuna doğru hərəkət etdirilir.

Tərkibin paylanma qanunu kəsilməzlik tənliyinin həllindən alınır. Burada tərkibin ixtiyari dəyişmə qanununu əldə etmək mümkündür. Təklif edilən üsul $Ge-Si$ binar bərk məhlullar sisteminə tətbiq edilmişdir.

Binar bərk məhlulların monokristallarını zona əritmək yolu ilə də almaq mümkündür. Burada təmiz komponentlərdən birindən düzəldilmiş monokristal özəkdən istifadə etməklə elə şərait yaradılmalıdır ki, əridilmiş zonada ikinci komponentin konsentrasiyası sıfırdan başlayaraq, tədricən artsın və tələb olunan qiymətə çatdıqdan sonra dəyişməz qalsın.

Bu şərti təmin etmək üçün [1]-də ucu paz şəklinə salınmış bircins düzbucaqlı düz prizma formalı binar bərk məhlul xəlitəsindən və birinci komponentin ona oxşar həndəsi quruluşlu monokristal özəyindən istifadə edilmişdir. Xəlitə ilə monokristal özək elə təmasa gətirilir ki, onlar birlikdə bütöv düz prizma yaratsın. Bu variant binar bərk məhlulların kifayət qədər mükəmməl monokristallarının alınmasına imkan verir. Lakin bu cür şəraiti yaratmaq xeyli mürəkkəbdir və onu təmin etmək böyük zəhmət hesabına başa gəlir. Bütün bunları nəzərə alaraq, hazırkı işdə binar bərk məhlulların zona əritmə yolu ilə monokristallarının alınmasının daha təkmil yeni variantı işlənib hazırlanmışdır.

Yeni variantda həm xəlitə, həm də monokristal özək silindr şəklində götürülür. İşçi material kimi $Ge-Si$ sistemindən istifadə edilmişdir. Xəlitənin hazırlanması, istiqamətlənmiş kristallizasiya yolu ilə həyata keçirilir. Bu zaman xəlitə boyunca ikinci komponentin konsentrasiyasının ($C_1(t)$) dəyişmə qanunu belə olacaq [2]:

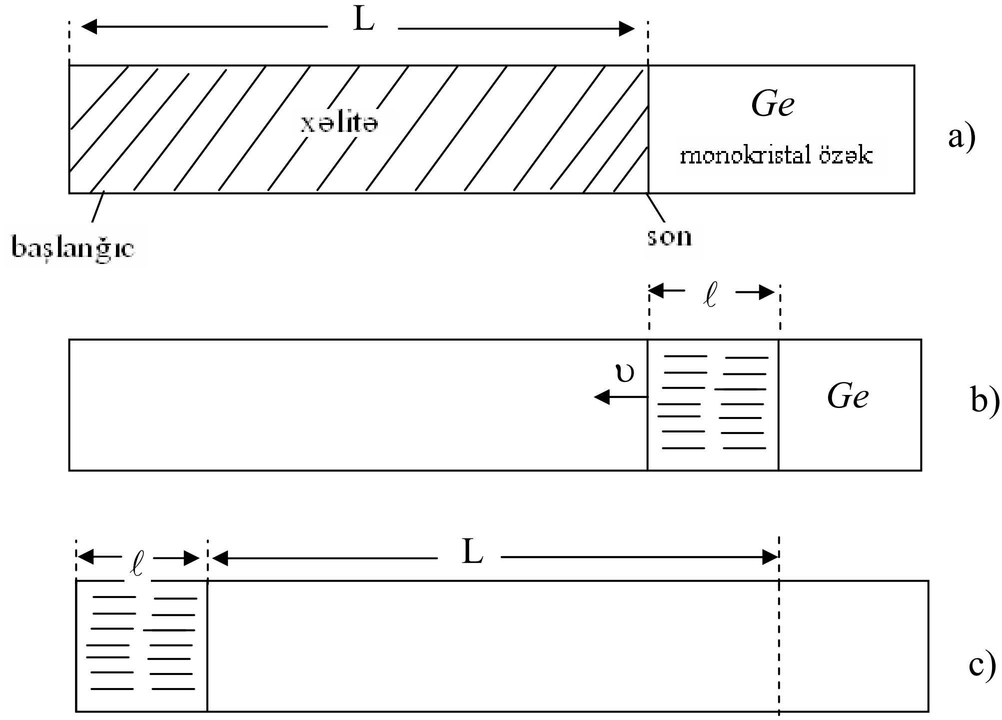
$$C_1(t) = kC_0\left(1 - \frac{\upsilon t}{L}\right)^{k-1} \qquad (1)$$

Burada L-xəlitənin ümumi uzunluğu, υ- kristallaşma cəbhəsinin hərəkət sürəti, k-ikinci komponentin birincidə paylanma əmsalı, C_0-ilkin xəlitədə ikinci komponentin orta konsentrasiyası, t - zamandır ($\upsilon t = x$ yerdəyişmədir).

Monokristalın yetişdirilməsi, paylanma əmsalının qiymətindən asılı olaraq, xəlitənin uclarından birinə monokristal özəyi kontakta gətirməklə zona əritmə yolu ilə yerinə yetirilir.

$Ge - Si$ bərk məhlullarında $k > 1$ olduğu üçün (1)-dən aydın olduğu kimi, xəlitənin sonunda ikinci komponentin konsentrasiyası tədricən azalaraq sıfıra yaxınlaşır. Ona görə belə xəlitənin sonunu başlanğıc götürməklə monokristal yetişdirmə prosesində kristallaşma cəbhəsində ifrat soyumanı aradan qaldırmaq mümkündür.

Monokristalın alınma sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Şəkil 1a-da xəlitənin sonu ilə monokristal germanium özəyin təmasa gətirilməsi, 1b-də isə ilkin əridilmiş zonanın monokristal özək hissədə yaradılması sxemi verilmişdir. Xəlitənin uzunluğu L, əridilmiş zonanın eni ℓ, zonanın yerdəyişmə sürəti υ-dir.



Şək. 1. Zona əritmə yolu ilə $Ge - Si$ sisteminin monokristallarının alınma sxemi.

Monokristal özəyin uzunluğu elə seçilir ki, onun üzərində xəlitə ilə təmasda olduğu tərəfdə, uzunluğu ℓ olan əridilmiş zona yaratmaq mümkün olsun və özəyin bir hissəsi ərinməmiş qalsın. Bundan sonra əridilmiş zona xəlitənin digər ucuna doğru hərəkət etdirilir.

Aydındır ki, baxdığımız halda başlanğıc zonada ikinci komponentin konsentrasiyası sıfıra bərabərdir.

Kristallaşma üçün kəsilməzlik tənliyi :

$$C_3(t) + P(t)C_3(t) = Q(t)\,, \tag{2}$$

onun ümumi halda həlli isə [1]:

$$C_3(t) = exp(-\int P(t)dt)\{\int Q(t)\,exp(\int P(x)dx)dx + A\} \tag{3}$$

şəklindədir. Burada:

$$P(t) = \frac{\dot{V}_3(t) + k \cdot \dot{V}_2(t)}{V_3(t)}\,, \qquad Q = \frac{\dot{V}_1(t)C_1(t)}{V_3(t)} \tag{4}$$

V - həcm, C - ikinci komponentin konsentrasiyası, t - zamandır. 1,2 və 3 indeksləri parametrlərin xəlitəyə, yetişməkdə olan kristala və əridilmiş zonaya aid olduğunu göstərir. Proses iki mərhələdə həyata keçirilir. Uyğun həcmlər birinci mərhələdə belə ifadə olunur:

$$V_1(t) = V_2(t) = s\upsilon t\,, \quad V_3(t) = s\ell = V_3(0) = cos\,t \tag{5}$$

s -xəlitənin en kəsiyinin sahəsi, ℓ - əridilmiş zonanın enidir. Parametrlərin üstündəki nöqtə onların zamana görə birinci tərtib törəmələrini ifadə edir.

(1) və (5)-i nəzərə alıb P və Q parametrlərinin (4) ifadələrini (3)-də nəzərə alsaq, birinci mərhələ üçün kəsilməzlik tənliyinin həllini bu şəklə gətirərik:

$$C_3(t) = \exp\left(-\frac{k\upsilon}{\ell}t\right)\left\{C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\int y^{k-1}\exp y dy + A\right\} \tag{6}$$

A - inteqrallama sabitidir.

Burada t və y dəyişənləri belə əlaqələnir:

$$y = \frac{k\upsilon}{\ell}t\,, \quad t = \frac{\ell}{k\upsilon}y\,,\ dy = \frac{k\upsilon}{\ell}dt \tag{7}$$

$Ge - Si$ sistemi üçün $k = 6$ götürə bilərik [2]. Onda (6)-dakı inteqral (J) belə olar:

$$J = \int y^5 \exp y dy$$

İnteqralın ifadəsini yazaq:

$$\begin{aligned} J = \int y^5 \exp y dy = \big(y^5 - 5y^4 + 5\cdot 4y^3 - 5\cdot 4\cdot 3y^2 + \\ + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\big)\exp y \end{aligned} \tag{8}$$

İnteqralın (8) ifadəsini (6)-da yerinə yazaq:

$$\begin{aligned} C_ə(t) = \exp(-y)\Big\{C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\exp y \cdot \big(y^5 - 5y^4 + 5\cdot 4y^3 - 5\cdot 4\cdot 3y^2 + \\ + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\big) + A\Big\} = C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\big(y^5 - 5y^4 + 5\cdot 4y^3 - \\ - 5\cdot 4\cdot 3y^2 + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\big) + A\exp(-\mathrm{y}) \end{aligned} \tag{9}$$

A sabitinin qiymətini başlanğıc şərtdən təyin edək. $t = 0$ $(y = 0)$ anında $C_3(0) = 0$ -dır. Onda (9)-dan alarıq:

$$C_3(0) = C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}(-5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1) + A = 0$$

Buradan:

$$A = 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1} \tag{10}$$

alarıq.

A-nın qiymətini (9)-da yerinə yazaq:

$$C_3(t) = C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left(y^5 - 5y^4 + 5\cdot4y^3 - 5\cdot4\cdot3y^2 + 5\cdot4\cdot3\cdot2y + 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1\right) +$$

$$+ 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\exp(-\mathrm{y}) = C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left\{\left(y^5 - 5y^4 + 5\cdot4y^3 -\right.\right.$$

$$\left.\left. + 5\cdot4\cdot3y^2 + 5\cdot4\cdot3\cdot2y + 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1\right) + 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1(\exp(-\mathrm{y})\right\},\quad 0 \le t \le t_1 = \frac{L}{\upsilon} \tag{11}$$

İkinci komponentin konsentrasiyasının alınmış kristal boyunca dəyişmə qanununu belə yazaq:

$$C_2(t) = kC_{\text{ə}}(t) = kC_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left\{\left(y^5 - 5y^4 + 5\cdot4y^3 - 5\cdot4\cdot3y^2 +\right.\right.$$
$$\left.\left. + 5\cdot4\cdot3\cdot2y - 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1\right) + 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1\exp(-y)\right\},\qquad 0 \le t \le t_1 \tag{12}$$

Bu asılılıq əridilmiş zonanın ön sərhədi xəlitənin sonuna çatan ana qədər davam edəcək. Bundan sonra kristallaşma prosesi istiqamətlənmiş kristallizasiya rejiminə keçəcək.

İkinci mərhələdə $V_3(t)$ və $V_2(t)$ belə ifadə olunur:

$$\left.\begin{aligned} V_3(t) &= S(L+\ell) - S\upsilon t \\ V_2(t) &= S\upsilon t \end{aligned}\right| \tag{13}$$

Burada kəsilməzlik tənliyinin ümumi həllini belə yazaq [2]:

$$C_3(t) = A\left(\frac{L+\ell}{\upsilon} - t\right)^{k-1} \tag{14}$$

A inteqrallama sabitini tapa bilmək üçün $t = t_1 = \frac{L}{\upsilon}$ anında əridilmiş zonada ikinci komponentin konsentrasiyası məlum olmalıdır. Bunun üçün sonuncu əridilmiş zonada ikinci komponentin kütləsini ($m_z(t_1)$) zonanın həcmini ($S\ell$) bölmək lazımdır. $m_z(t_1)$- i belə taparıq:

$$m_z(t_1) = C_0LS - \int_0^{t_1} C_k(t)S\upsilon dt \tag{15}$$

Sağ tərəfdəki birinci hədd ilkin xəlitədə ikinci komponentin ümumi kütləsi, ikinci hədd isə zona əritmə prosesində birinci mərhələdə (t_1 müddətində) kristal boyunca ikinci komponent maddəsinin paylanmış miqdarıdır. $C_k(t)$-nin (12) ifadəsini (15)-də yerinə yazaq:

$$m_z(t_1) = C_0LS - S\upsilon\int_0^{t_1} kC_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left\{y^5 - 5y^4 + 5\cdot4y^3 - 5\cdot4\cdot3y^2 +\right.$$
$$\left. + 5\cdot4\cdot3\cdot2y - 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1 + 5\cdot4\cdot3\cdot2\cdot1\cdot\exp(-y)\right\}dt \tag{16}$$

(7)-yə görə:

$$y = \frac{k\upsilon}{\ell}t\,, \qquad dt = \frac{\ell}{k\upsilon}dy \tag{17}$$

olduğunu nəzərə alaq və y dəyişəninə görə inteqralın sərhədlərini müəyyənləşdirək:

$$\left.\begin{array}{ll} t = 0\text{-da} & y = 0 \\ t = t_1 = \dfrac{L}{\upsilon} \quad \text{olduqda} & y_1 = \dfrac{k\upsilon}{\ell}\cdot\dfrac{L}{\upsilon} = k\dfrac{L}{\upsilon} \end{array}\right| \tag{18}$$

olar. Bunları (16)-da nəzərə alıb, inteqralları açaq:

$$m_z(t_1) = SLC_0 - S\ell C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\int_0^{y_1}\{y^5 - 5y^4 + 5\cdot 4y^3 - 5\cdot 4\cdot 3y^2 +$$

$$+ 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1 + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\cdot \exp(-y)\}dy =$$

$$= SLC_0 - S\ell C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left[\frac{1}{6}y^6 - y^5 + 5y^4 - 5\cdot 4y^3 + 5\cdot 4\cdot 3y^2 -\right.$$

$$\left. - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\cdot \exp(-y)\right]_0^{y_1} = SLC_0 - S\ell C_0\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\left[\frac{1}{6}y_1^6 - y_1^5 +\right.$$

$$\left. + 5y_1^4 - 5\cdot 4y_1^3 + 5\cdot 4\cdot 3y_1^2 - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y_1 + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1 - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\cdot \exp(-y_1)\right] \tag{19}$$

$Ge - Si$ sistemi üçün $k = 6$, təcrübə şəraitində $L = 100mm$, $\ell = 16mm$ qiymətlərini y_1-in (18) ifadəsində və onu da (19)-da yerinə yazıb, $m_z(t_1)$-i hesablayaq:

$$m_z(t_1) = C_0 S\ell\left\{\frac{L}{\ell} - \left(\frac{16}{6\cdot 100}\right)^5\left[\frac{1}{6}\left(6\cdot\frac{100}{16}\right)^6 - \left(6\cdot\frac{100}{16}\right)^5 + 5\left(6\cdot\frac{100}{16}\right)^4 -\right.\right.$$

$$- 5\cdot 4\left(6\cdot\frac{100}{16}\right)^3 + 5\cdot 4\cdot 3\left(6\cdot\frac{100}{16}\right)^2 - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\left(6\cdot\frac{100}{16}\right) +$$

$$\left.\left. + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1 - 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\cdot \exp\left(-6\cdot\frac{100}{16}\right)\right]\right\} \cong 0{,}88C_0 S\ell$$

$t = t_1$ anında (sonuncu əridilmiş zonada) ikinci komponentin konsentrasiyasını isə belə taparıq:

$$C_z(t_1) = \frac{m_z(t_1)}{S\ell} = 0{,}88C_0 \tag{20}$$

(14)-dən A interqallama sabitini tapmaq üçün $t = t_1$ anında (20) ilə (14)-ün eyni olması şərtindən istifadə edəcəyik.

$t = t_1 = \dfrac{L}{\upsilon}$ olduqda (14)-dən:

$$C_ə(t_1) = A\left(\frac{L+\ell}{\upsilon} - t_1\right)^{k-1} = A\left(\frac{L+\ell}{\upsilon} - \frac{L}{\upsilon}\right)^{k-1} = A\left(\frac{\ell}{\upsilon}\right)^{k-1} \tag{21}$$

(20) və (21)-in sağ tərəflərini bərabərləşdirək (əslində bu, elə (14) və (11) həllərinin üst-üstə düşməsi deməkdir):

$$A\cdot\left(\frac{\ell}{\upsilon}\right)^{k-1} = 0{,}88C_0$$

Buradan A -nı tapaq:

$$A = \frac{0{,}88C_0}{\left(\frac{\ell}{\upsilon}\right)^{k-1}} \tag{22}$$

A -nın (22) qiymətini (14)-də yerinə yazaq:

$$C_ə(t) = \frac{0{,}88C_0}{\left(\frac{\ell}{\upsilon}\right)^{k-1}} \cdot \left(\frac{L+\ell}{\upsilon} - t\right)^{k-1} = 0{,}88C_0 \cdot \left(\frac{(L+\ell)-\upsilon t}{\ell}\right)^{k-1}, \quad t \geq t_1 \tag{23}$$

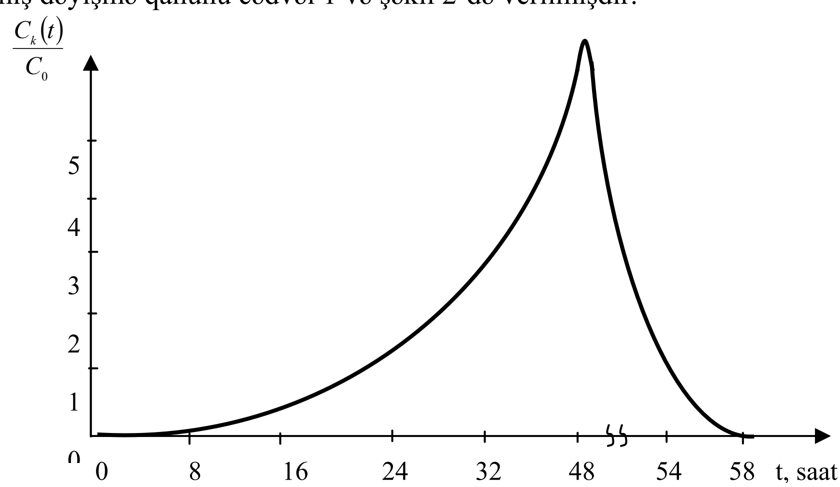
İkinci mərhələdə ikinci komponentin konsentrasiyasının alınmış kristal boyunca dəyişmə qanunu belə olar:

$$C_k(t) = kC_ə(t) = 0{,}88kC_0 \cdot \left(\frac{(L+\ell)-\upsilon t}{\ell}\right)^{k-1}, \quad t_1 \leq t \leq \frac{L+\ell}{\upsilon} \tag{24}$$

Bütün kristal boyunca ikinci komponentin dəyişmə qanununu almaq üçün (12)- ilə (24)-ü birləşdirmək lazımdır:

$$\frac{C_k(t)}{C_0} = \begin{cases} k\left(\frac{\ell}{kL}\right)^{k-1}\{(y^5 - 5y^4 + 5\cdot 4y^3 - 5\cdot 4\cdot 3y^2 + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2y - \\ -5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1) + 5\cdot 4\cdot 3\cdot 2\cdot 1\exp(-y)\}, \qquad 0 \leq t \leq t_1 = \frac{L}{\upsilon}, \quad y = \frac{k\upsilon}{\ell}t \\ 0{,}88k \cdot \left(\frac{(L+\ell)-\upsilon t}{\ell}\right)^{k-1}, \quad t_1 \leq t \leq t_2 = \frac{L+\ell}{\upsilon} \end{cases} \tag{25}$$

İkinci komponentin nisbi konsentrasiyasının alınmış monokristal boyunca (3.81)-dən hesablanmış dəyişmə qanunu cədvəl 1 və şəkil 2-də verilmişdir.



Şək. 2. İkinci komponentin nisbi konsentrasiyasının kristal boyunca (25)-dən hesablanmış dəyişmə qanunu.

Cədvəl 1

$\frac{C_k(t)}{C_0}$ **nisbətinin kristal boyunca (3.81)-dən hesablanmış dəyişmə qanunu**

t, saat	$\frac{C_2(t)}{C_0}$	t, saat	$\frac{C_2(t)}{C_0}$
0	0	26	0,16249
1	0,00001	27	0,13205
2	0,00043	28	0,10638
3	0,00450	29	0,08489
4	0,02329	30	0,06705
5	0,08227	31	0,05236
6	0,22852	32	0,04039
7	0,53839	33	0,03074
8	1,12520	34	0,02305
9	1,59396	35	0,01699
10	1,68988	36	0,01230
11	1,62184	37	0,00872
12	1,48761	38	0,00604
13	1,33251	39	0,00408
14	1,17712	40	0,00268
15	1,03041	41	0,00170
16	0,89588	42	0,00104
17	0,77449	43	0,00061
18	0,66605	44	0,00034
19	0,56987	45	0,00019
20	0,48503	46	0,00011
21	0,41059	47	0,00008
22	0,34539	48	0,00009
23	0,28911	49	0,00016
25	0,19834	50	0,00032

Göründüyü kimi, ikinci komponentin konsentrasiyası monokristal boyunca başlanğıcda sıfırdan başlayaraq tədricən artır, sonra bu artım sürəti daha da kəskinləşir, iti maksimumdan keçir, kəskin azalaraq asimptotik olaraq sıfıra yaxınlaşır. Kristalda tərkibin bu cür paylanması varizona quruluşlu çeviricilərin düzəldilməsi üçün olduqca yararlıdır. Kristalın həm əyrinin maksimumunun hər iki tərəfinə uyğun hissələrindən ayrı-ayrılıqda varizonalı quruluşlar düzəltmək olar, həm də elə çevirici düzəltmək olar ki, onun mərkəzi əyrinin maksimum nöqtəsinə düşsün. İkinci halda cihazın həssaslığı daha da böyük olacaq.

ƏDƏBİYYAT

1. Tahirov V.İ, Qəhrəmanov E.N., Quliyeva R.T., İbrahimova A.R., Qəhrəmanov N.F. Binar bərk məhlullarda qidalandırıcı xəlitənin tətbiqi ilə monokristal göyərdildikdə kristal boyunca tərkibin dəyişməsi // SDU Elmi Xəbərlər, Təbiət və texnika bölməsi, 2002, c.2, №4, s.3-12.
2. Медведев С.А. Введение в технологию полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа, 1970, 500 с.
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. М.: Наука, 2003, т.2, 550 с.

ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ БИНАРНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ЗОННОЙ ПЛАВКОЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛИТКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НОВЫМ МЕТОДОМ

В.И. ТАГИРОВ, А.Ф.ГУЛИЕВ, У.В. ТАГИРОВ, З.Я.ГАСАНОВ, Н.Ф.ГАХРАМАНОВ

РЕЗЮМЕ

В слитках, полученных новым методом, распределение состава зависит от значения коэффициента распределения (к). Концентрация второго компонента медленно растет в начале слитка, начиная от нуля, а в конце слитка медленно уменьшается, приближаясь к нулю (от определенного значения). Такое изменение концентрации второго компонента позволяет выращивать монокристаллы бинарных твердых растворов зонной кристаллизацией применением монокристаллической затравки одного из чистых компонентов (в настоящей работе Ge для системы $Ge-Si$). При этом первичная расплавленная зона создается на монокристаллической затравке.

Распределение состава, которое можно регулировать, определяется решением уравнения непрерывности.

Предложенный метод осуществлен на твердых растворах $Ge-Si$.

ZONE MELTING SINGLE CRYSTAL GROWTH OF BINARY SOLID SOLUTIONS USING INGOTS PREPARED BY A NEW METHOD

V.I. TAHIROV, A.F.GULIYEV, U.V.TAHIROV, Z.Y.HASANOV, N.F.GAHRAMANOV

SUMMARY

In the ingots prepared by the new method, the content distribution depends on the value of the distribution coefficient (k). The second component concentration increases gradually from zero in the beginning and decreases in the end approaching to zero. This allows to grow single crystals of binary solid solutions by zone melting using the ingot and seed single crystals of one of the components (we used Ge seed crystals for $Ge-Si$ system). The first zone is melted on the seed crystal.

The content distribution which can be regulated is found by solving the continuity equation.

The method is applied to $Ge-Si$ system.