

Ge_{1-x}-Si_x BƏRK MƏHLULLARININ MONOKRİSTALLARININ QAZ FAZADAN ALINMASI

NADİR FƏRRUX oğlu QƏHRƏMANOV

Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan, AZ-1148, Z.Xəlilov küç., 23.

AYNUR İXTİYAR qızı HƏŞİMOVA

Sumqayıt Dövlət Universiteti
AZ-5008, Sumqayıt şəh., Bakı küç., 1.
e-mail: hasimovaaynur@gmail.com

İşdə Ge_{1-x}-Si_x bərk məhlullarının monokristallarının qaz fazadan alınması bir-birindən fərqlənən iki variantda həyata keçirilir. Burada buxar faza qapalı həcmdə yaradılır. Bunun üçün xüsusi ampula düzəldilir. Ampulanın bir ucunun yaxınlığında Ge-Si yerləşdirilir. Ampula boyunca temperatur qradienti yaradılır. İsti zonanın temperaturu 1050°C, soyuq zonanın temperaturu 355°C-ə bərabər seçilir. Müəyyən edilmişdir ki, monokristallar təkcə polikristal təbəqənin üzərində deyil, ampulanın divarlarında ayrı-ayrı mərkəzlərdən də yaranı bilər.

Açar sözlər: Ge-Si monokristal, ampula, bərk məhlul, isti zona.

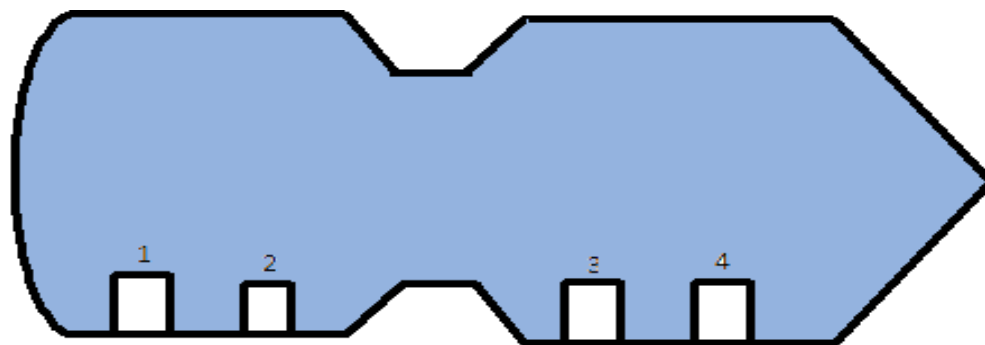
PACS: 81.05.-t, 78.20.-e 81.05.Hd

Ge_{1-x}-Si_x bərk məhlullarının monokristallarının ərintidən alınmasında qarşıya çıxan çətinlikləri nəzərə alaraq, onları qaz fazadan yetişdirməyə üstünlük verilmiş və bu sahədə müəyyən uğurlar da əldə edilmişdir.

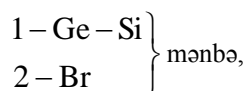
Bu işlərdə Ge_{1-x}-Si_x bərk məhlullarının alınması bir-birindən fərqlənən iki variantda həyata keçirilir. Burada buxar faza qapalı həcmdə yaradılır. Bunun üçün xüsusi ampula düzəldilir. Onun uzunluğu 140 mm, diametri isə 16 mm-ə bərabər götürülür. Ampulanın bir ucunun yaxınlığında Ge, Si və Br mənbəyi yerləşdirilir. Onların miqdarı uyğun olaraq belə seçilir: 2q Ge, 1q Si və 140mq Br. Ampula boyunca temperatur qradienti yaradılır. Ampulanın temperaturu çox olan hissəsi "isti zona", temperaturu az olan hissəsi isə "soyuq zona" adlandırılır. İsti zonanın temperaturu 1050°C, soyuq zonanın temperaturu 355°C-ə bərabər seçilir. Bu şərait 18,2 saat müddətində dəyişməz saxlanılır. Bu müddət sona çatdıqda sistemdə qızdırıcı söndürülür.

İsti zonada Ge, Si və Br buxarlanır. Onlardan ən çox buxar təzyiqi olan Br-dur. Buxar fazada germanium bromid və silisium bromid birləşmələri yaranır. Onlar diffuziya nəticəsində soyuq oblasta köçür və soyuq zonada parçalanaraq ampulanın divarlarında çökürlər. Bunun nə-

ticəsində soyuq zonada Ge_{1-x}-Si_x bərk məhlullarının iynə və sap şəkilli monokristalları yaranır [1]. Onların uzunluğu 1÷10 mm, diametri isə 30÷500 mkm intervalında dəyişir. Monokristallar boyunca tərkibin dəyişməsi optik spektroskopiyaya üsulu ilə təyin edilir və 0,01at.%-i dəqiqliyi ilə sabit qalır. Ancaq bu cür bircins monokristallar yalnız yuxarıda verilmiş temperatur rejimində əldə edilə bilər. Başqa rejimlərdə bu bircinslilik dərəcəsi pozulur. Məsələn, isti zonanın temperaturu 1000°C, soyuq zonanın temperaturu 450°C seçildikdə kristal boyunca bircinsliyin dəqiqliyi 2 at.%-inə qədər pisləşir. O da müəyyən edilmişdir ki, soyuq zonanın temperaturu 300°C, isti zonanın temperaturu 1400°C olarsa, ampulanın daxilində heç bir monokristal alınmır. Ancaq bunun səbəbi haqda işdə heç bir fikir irəli sürülmür. Ge-Si bərk məhlullarının qaz fazadan alınmasına dair digər qrup işlərdə təmiz komponentlərin (Ge, Si) əvəzinə mənbə kimi Ge_{1-x}-Si_x bərk məhlulundan istifadə edilir. Burada başqa kiçik dəyişikliklər də var. Hər iki qrup işlərin oxşar cəhəti prosesin qapalı ampulada aparılmasıdır. Şəkil 1-də ikinci qrup işlərdə istifadə olunan ampulanın quruluşu və prosesin bəzi detalları göstərilmişdir.



Şəkil 1. Ge-Si bərk məhlulları monokristallarının qaz fazadan alınma sxemi.



3 – Ge – Si(polikristal)

4 – Ge – Si(monokristal)

$\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ mənbəyi və buxarlandırıcı üfqi vəziyyətdəki ampulada öz yerlərində yerləşdirildikdən sonra qızdırıcının köməkliyi ilə ampula boyunca temperatur qradienti yaradılır. Buxarlanma zonasının temperaturu $950\div 1250^\circ\text{S}$, kristallaşma zonasının temperaturu isə $800\div 1000^\circ\text{S}$ intervalında seçilir. Adətən, $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ bərk məhlulunun (mənbəyin) ilkin kütləsi 3-4 q intervalında götürülür. Onun tamamilə buxar fazaya çevrilməsi üçün 30-40 saat gözləmək tələb olunur. Mənbə tamamilə ərinti buxara çevrildikdən sonra təcrübə sona yetir. İşdə müəyyən edilmişdir ki, yalnız brom və ya yodun buxar təzyiqi 4 atmosferdən kiçik olduqda, kristallaşma zonasında monokristal alınır. Belə şərait yaradıldıqda brom və ya yodun atomları $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ buxar atomları ilə qarşılıqlı təsirə girir. Zonalar arasında temperatur qradienti olduğu üçün $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ maddələrinin buxarı daha soyuq zonaya keçir, orada ifrat-soyumuş hala gəlir, müxtəlif mərkəzlərdə çökərək kristallaşmağa başlayır. Bu proses $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ -un buxar fazası tükənənə qədər davam edir. Mənbə buxarlanıb qurtardıqdan sonra proses sona yetir, ampula soyudulur və ehtiyatla sındırılaraq onun daxilindəki kristallar istifadə

edilir. Bir qayda olaraq, bu proses zamanı iki cür $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ məhsulu alınır: polikristal təbəqə şəklində maddə, yaxud iynə və ya sap şəklində monokristallar [2].

Müəyyən edilmişdir ki, monokristallar təkcə polikristal təbəqənin üzərində deyil, ampulanın divarlarında ayrı-ayrı mərkəzlərdən də yarana bilər.

Ampulada yaranmış rejimdən asılı olaraq, ya sap şəkilli, ya da iynəşəkilli monokristallar yaranır, onların miqdarı isti və soyuq zonalar arasındakı temperatur fərqi və həlledicinin buxar təzyiqindən asılı olur. Məsələn, buxar təzyiqinin 1,2-2 atm. qiymətlərində, isti və soyuq zonalar arasında temperatur fərqi $100\div 150^\circ\text{S}$ olduqda alınan monokristalların əksəriyyəti iynə şəklində olur, buxar təzyiqinin 2,8-4 atm., temperatur fərqi $100\div 150^\circ\text{S}$ qiymətlərində əksər kristallar sap şəklində alınır [3]. Alınan kristalların həndəsi quruluşu və ölçüləri ampulanın daraldılmış orta hissəsinin ölçülərindən də asılıdır. Daha nazik sap şəkilli monokristalların güclü tenzohəssaslığa və bu baxımdan böyük tətbiq perspektivinə malik olduğu müəyyən edilmişdir [4].

- [1] *Sh. Abbasov, G.T. Agaverdiyeva, Sh.İ. Abbasov.* Influence of low-temperature irradiation on lifetime of majority carriers in solid solutions of $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ Eurasian conference on nuclear science and its application, Izmir-Turkey, October-2000, p.501.
- [2] *Sh.M. Abbasov, G.T. Agaverdiyeva, Z.A. Ibrahimov, R.A. Ibrahimova, U.F. Faradzhovala, Heyder Mehdevi.* Influence of electron irradiation on spectra of light electroreflection from the surface

of $\text{Ge}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ heterostructure. Semiconductor Physics, Quantum Electronics, Optoelectronics, 2009.

- [3] *Sh.M. Abbasov.* J. Fizika, 2001, v. 7, № 3, p. 16-18
- [4] *S.M. Abbasov, T.İ. Kərimova, Ü.F. Fərəcova, H.M. Məhdəvi.* Nazik təbəqəli materiallara ionlaşdırıcı şüaların təsiri. Nüvə enerjisinin gələcəyin enerji təminatında rolu. Beynəlxalq konfrans. Bakı, dekabr-2008, 30-32 s.

N. F. Kakhramanov, A.I. Gashimova

PRODUCTION OF $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ SOLID SOLUTION SINGLE CRYSTALS FROM GAS PHASE

There has been carried out $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ solid solution single crystal production by two various methods. For this purpose gas phase is set up in closed volume. Special ampoule is fabricated and $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ source is placed near the one end of the ampoule. Temperature gradient is established along the ampoule. Hot zone temperature is 1050°C , cold zone temperature is 355°C . It is established that single crystals can be formed not only on the polycrystalline layer but on the individual walls of the ampoule.

Н.Ф. Кахраманов, А.И. Гашимова

ПОЛУЧЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

В работе, получения твердых растворов $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ осуществляется (реализуется) двумя различными способами. Для этого создается газовая фаза в замкнутом объеме. Изготавливается специальная ампула, и источник $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ помещается около одного конца ампулы. Градиент температуры создается вдоль ампулы. Температура горячей зоны составляет 1050°C , температура холодной зоны 355°C . Установлено, что монокристаллы могут образовываться не только на поликристаллическом слое, но и на отдельных стенках ампулы.

Qəbul olunma tarixi: 08.12.2017