

Cu₂NiSeTe Cu₂NiSse və Cu₂NiTe₂ BİRLƏŞMƏSİNİN MORFOLOGİYASI

X.M. QULİYEV¹, Y.İ. ALİYEV², N.A. ƏLİYEV¹, G.M. AĞAMİRZƏYEVA¹

¹Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin H.B. Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Bakı, AZ-1143, Azərbaycan

²Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
q.xeyale84@mail.ru

Cu₂NiSeTe, Cu₂NiSse və Cu₂NiTe₂, yeni xalkogenid birləşmələri sintez edilmişdir. Sintez olunmuş birləşmələrin morfoloqiyası və mikro tərkib analizi tədqiq edilmişdir. Tədqiqatlar Skanedic Elektron Mikroskopunda aparılmışdır. Analizdən məlum olmuşdur ki, bu birləşmələr yüksək təmizlikli polikristallar halında alınmışdır. Tərkiblərin element analizi aparılmışdır. Tərkiblərdə metal və xalkogen atomlarından asılı olaraq kristallitlərin ölçülərinin formalaşması təyin edilmişdir. Öyrənilmişdir ki, bu tərkiblərdə vakuum şəraitində sintez edilmiş nümunələrin kristallitləri $d \approx 300$ mkm ölçüsündə olurlar.

Açar sözlər: polikristal, kristalit, xalkogen, SEM analysis.

PACS:538.91

Giriş

Xalkogenidlərin uzun müddət tədqiq edilməsinə baxmayaraq, yenə də öyrənilməkdədir. Bunun əsas səbəbi, onların müasir elektronikada geniş tətbiq edilmələridir. Məlum olduğu kimi anion-anion və kation-kation əvəzləməsi ilə alınan yeni funksional xalkogenid yarımqeçiricilərdə müxtəlif fiziki xassələr müşahidə edilir. Öyrənilmişdir ki, bu tərkiblərdə kimyəvi elementlərin konsentrasiyasından asılı olaraq faza əmələgəlmə prosesləri müşahidə edilə bilər. Quruluşların yüksək simmetriyada kristallaşması, birləşmələrin tərkibində baş verən fiziki proseslərin izah edilməsini asanlaşdırır [1-3]. Yüksək temperaturda bu tərkiblərdə yeni quruluşların alınması, bu materialların nazik təbəqələrdən günəş elementlərinin hazırlanması üçün vacib materiallardır [4].

Cu – S (Se, Te) sistemi birləşmələr xalkogenid yarımqeçiricilərdə tərkiblərin quruluş xüsusiyyətləri tədqiqatlar arasında xüsusi ilə önəmlidir. Cu_{1.75}Te birləşməsinin quruluşunu tədqiq edərək öyrənilmişdir ki, otaq temperaturunda heksaqonal sinqoniya müşahidə olunur, yüksək temperaturlarda isə heksaqonal-kubik faza keçidi baş verir. Tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, kation-kation əvəzləmələri zamanı quruluşda müxtəliflik yaranır. Quruluşda yaranan müxtəliflik təbii olaraq materialların digər fiziki xassələrinə də təsir göstərir. Ona görə də materialların kristal və səth quruluşunun öyrənilməs çox vacibdir. Bu işdə,

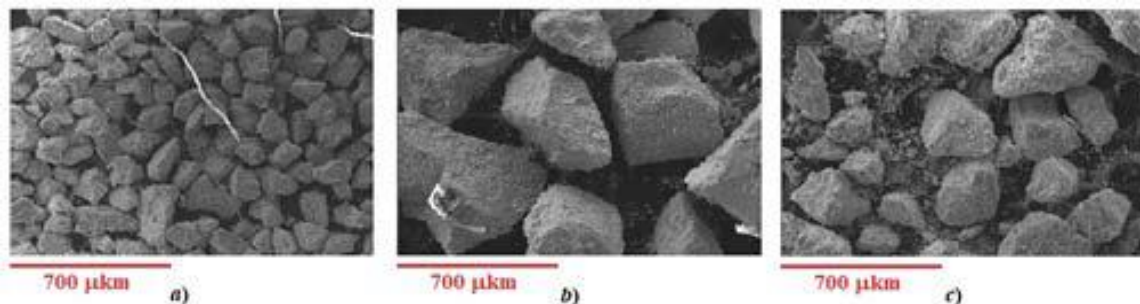
Cu₂NiSse, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ xalkogenid yarımqeçiriciləri sintez edilmişdir. Alınmış tərkiblərin səth quruluşu və kimyəvi tərkibi analiz edilmişdir. Tədqiqatlar otaq temperaturunda Skanedic Elektron Mikroskopunda aparılmışdır.

Bu məqsədlə Cu₂NiSse, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ birləşmələrinin sintezi xalkogenidlər üçün xarakterik olan standart metodla yerinə yetirilmişdir [5, 6]. Alınmış nümunələrin rentgen faza analizi aparılmışdır.

SEM analizi

Cu₂NiSse, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ polikristalları Scanning Electron Microscope (ZEISS, SIGMA VP)-unda otaq temperaturunda tədqiq edilmişdir. Bu mikroskop kondensə olunmuş mühitlərin morfoloqiyasını və mikro-tərkib analizlərini aparmağa imkan verir [7-9]. Tədqiqatlar iki istiqamətdə aparılmışdır. Polikristalların səth quruluşu tədqiq edilmiş, kristallitlərin ölçüləri müəyyənləşdirilmişdir. 700 mkm miqyasda səth morfoloqiyası təyin edilmişdir. Elektron şüasının kimyəvi elementlərin elektron buludundan səpilməsinə əsasən tərkib analizləri aparılmışdır. Hər bir nümunə üçün kimyəvi elementlərin faiz nisbətləri göstərilmişdir.

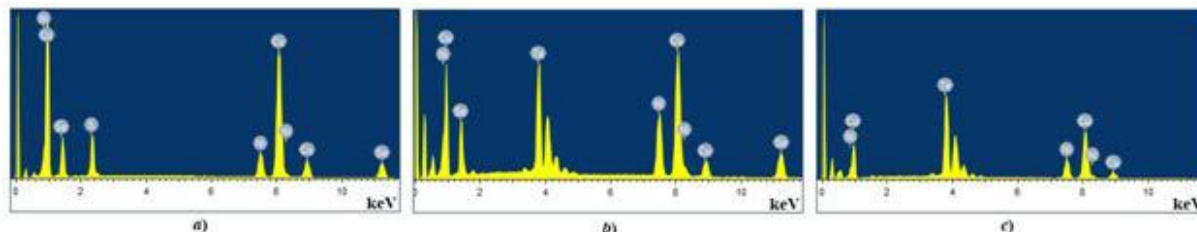
Vakuum şəraitində yüksək temperaturlarda sintez edilmiş Cu₂NiSse, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ birləşmələrinin səth morfoloqiyası və mikro tərkib analizləri Skanedic Elektron Mikroskopda (ZEISS, SIGMA VP) aparılmışdır. Bu birləşmələrin səth quruluşu şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Otaq temperaturunda Cu₂NiSse (a), Cu₂NiSeTe (b) və Cu₂NiTe₂ (c) polikristallarının morfoloqiyası.

Şəkil 2-dən görünür ki, nümunələr kifayət qədər yüksək təmizliklə sintez edilmişdir. Birləşmələrin tərkibində qarışıq şəkildə digər element atomları müşahidə edilməmişdir. Kimyəvi elementlər nümunə daxilində homogen olaraq paylanmışdır. Element analizindən alınmış nəticələr səth morfologiyasından alınmış nəticələrə uyğun gəlmişdir. Kimyəvi tərkib analizi zamanı kristalların tərkibinə daxil olan elementlərin ste-

xiometrik miqdarını da təyin etmək mümkündür. Məlumdur ki, molyar kütləsinə uyğun olaraq müxtəlif element atomları üçün kütləsi və atom sayı fərqlənir. SEM analiz zamanı spektrlər analiz edilərək Cu₂NiSSe, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ xalkogenid yarımqeçiricilərinin tərkibindəki elementlərin həm kütləsinə görə, həm də atom sayına görə faizlə miqdarı müəyyən edilmişdir. Müxtəlif tərkiblər üçün alınmış qiymətlər cədvəl 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Cu₂NiSSe (a), Cu₂NiSeTe (b) and Cu₂NiTe₂ (c) tərkiblərdə elementlərin analiz spektri.

Cədvəl 1.

Cu₂NiSSe, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ birləşmələrində kimyəvi elementlərin stexiometrik miqdarı.

Cu ₂ NiSSe			Cu ₂ NiSeTe			Cu ₂ NiTe ₂		
Element	Kütlə faizi %	Atom faizi %	Element	Kütlə faizi %	Atom faizi %	Element	Kütlə faizi %	Atom faizi %
Cu	59.91	57.07	Cu	34.67	42.42	Cu	33.84	46.08
Ni	9.33	9.62	Ni	14.44	19.13	Ni	11.36	16.75
S	8.68	16.39	Se	19.83	19.52	Te	54.80	37.16
Se	22.08	16.92	Te	31.06	18.93	-	-	-
Cəmi	100	100	Cəmi	100	100	Cəmi	100	100

Cu₂NiSSe, Cu₂NiSeTe və Cu₂NiTe₂ xalkogenid yarımqeçiricilərinin morfologiyasının və kimyəvi tərkibinin kompleks şəkildə analiz edilməsi zamanı müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmələr polikristallar şəkildə sintez edilmişdirlər. Yüksək təmizlikli və homogen alınması, onların digər fiziki xassələrinin tədqiq edilməsinə də imkan verir.

Müəyyən edilmişdir ki, tərkiblərində Cu və Ni atomlarının sabit qalmasına baxmayaraq, xalkogen atomlarının müxtəlif konsentrasiyalarında metal atomlarının da kütlə faizləri dəyişmişdir. Buradan məlum olmuşdur ki, bu tərkiblərin fiziki-kimyəvi xassələrinə anion-anion əvəzləmələrinin təsiri çoxdur.

[1] Y.G. Asadov, Y.I. Aliyev, A.O. Dashdemirov, S.H. Jabarov, T.G. Naghiyev. High-temperature X-ray diffraction study of Ag₂S-Cu₂S system, Modern Physics Letters B, 34, supp01, p.2150018, 2020.

[2] S.G. Jabarov, D.P. Kozlenko, S.E. Kichanov, A.V. Belushkin, B.N. Savenko, R.Z. Mextieva, Ch. Lathe. High-pressure effect on the ferroelectric-paraelectric transition in PbTiO₃, Physics of the Solid State, 53, 11, p.2300-2304, 2011.

[3] Y.I. Aliyev, Y.G. Asadov, A.O. Dashdemirov, R.D. Aliyeva, T.G. Naghiyev, S.H. Jabarov. Polymorphic transformations and thermal

expansion of some modifications in Ag_{1.5}Cu_{0.5}Se and Ag_{0.4}Cu_{1.6}Se, International Journal of Modern Physics B, 33, 23, p.1950271, 2019.

[4] N.N.Mursakulov, N.N. Abdulzade, S.H. Jabarov, Ch.E. Sabzalieva. Investigation of CuIn_{1-x}Ga_xSe₂ thin films for solar cells obtained by the magnetron sputtering method from two magnetrons shifted to each other, New Materials, Compounds and Applications, 6, 2, p.105-112, 2022.

[5] P.R.Mammadli, V.A.Gasimov, L.F.Mashadiyeva, D.M. Babanly. Phase relations in the CuSbS₂ - Sb₂S₃ - Sb system, New Materials, Compounds and Applications, 6, 1, p.37-43, 2022.

- [6] *Y.I. Aliyev, A.O. Dashdemirov, R.F. Novruzov.* Structural phase transitions in the compound $\text{Ag}_{1.55}\text{Cu}_{0.45}\text{S}$ at high temperatures, *Advanced Physical Research*, 3, 3, p.147-152, 2021.
- [7] *F.G. Agayev, S.H. Jabarov, G.Sh. Ayyubova, A.V. Trukhanov, S.V. Trukhanov, M.N. Mirzayev, T.G. Naghiyev, N.T. Dang.* Ferrimagnetic-paramagnetic phase transition in $\text{BaFe}_{11.7}\text{In}_{0.3}\text{O}_{19}$ compound, *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 33, p.2867-2873, 2020.
- [8] *M.N. Mirzayev, R.N. Mehdiyeva, R.G. Garibov, N.A. Ismayilova, S.H. Jabarov.* Influence of gamma irradiation on the surface morphology, XRD and thermophysical properties of silicide hexaboride, *Modern Physics Letters B*, 32, 14, p.1850151, 2018.
- [9] *S.H. Jabarov, A.V. Trukhanov, E.A. Kornieva, R.Z. Mehdiyeva, S.E. Kichanov, A.I. Mammadov, E.V. Lukin, R.E. Huseynov.* Effect of concentration substitution on the size factor in $\text{Li}_{1-x}\text{Na}_x\text{NbO}_3$ solid solutions, *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 8, 6, p.1198-1200, 2014.
- [8] *M.N. Mirzayev, R.N. Mehdiyeva, R.G. Garibov, N.A. Ismayilova, S.H. Jabarov.* Influence of

Kh.M. Guliyeva, Y.I. Aliyev, N.A. Aliyeva, G.M. Agamirzayeva

MORPHOLOGY OF Cu_2NiSeTe , Cu_2NiSSe AND Cu_2NiTe_2 COMPOUND

Cu_2NiSeTe , Cu_2NiSSe and Cu_2NiTe_2 , new chalcogenide compounds were synthesized. The morphology and micro-composition analysis of the synthesized compounds were studied. Researches were carried out in a Scanning Electron Microscope. The analysis revealed that these compounds were obtained in the form of high-purity polycrystals. Elemental analysis of the ingredients was carried out. The formation of crystallite sizes depending on the metal and chalcogen atoms in the compositions was determined. It has been learned that the crystallites of the samples synthesized under vacuum conditions in these compositions have a size of $d \approx 300 \text{ }\mu\text{m}$.

Qəbul olunma tarixi: 20.05.2024