

UOT 546.65.87.23

Bi₂Se₃-NdSe SİSTEMİNİN TƏDQIQI

G.T.QƏNBƏROVA
Bakı Dövlət Universiteti
seferli.1991@inbox.ru

Diferensial termiki, rentgenfaza, mikroquruluş analiz, həmçinin mikrobərkliyin və sıxlığın ölçülməsi metodları ilə üçlü sistemdə fazaəmələgəlmə tədqiq edilmişdir.

FKA-ın metodlarının nəticələrinə əsasən Bi₂Se₃-NdSe sisteminin T-x faza diaqramı qurulmuşdur və müəyyən edilmişdir ki,

Bi₂Se₃-NdSe sistemi sadə evtektik tiplidir və Nd-Bi-Se üçlü sisteminin kvazibinar kəsiyidir.

Açar sözlər: sistem, ərinti, temperatur, diaqram, kvazibinar

Məlumdur ki, yeni funksional xassəli fazaların sistemli axtarışı və onların istiqamətli sintez şəraitinin yaradılması ilk növbədə müvafiq çoxkomponentli sistemlərin faza tarazlıqlarının və elektro-fiziki xassələrinin ətraflı tədqiqinə əsaslanır [1,2].

Belə maretiallar içərisində arsen yarımqrupu elementlərinin B₂^VX₃ (B^V-Sb,Bi;X-Se,Te) tipli, nadir torpaq elementlərindən lantanın xalkogenidlər içərisində xüsusi əhəmiyyətə malikdir [3,4].

Qeyd edilən bu birləşmələrin unikal fiziki xassələr kompleksinə malik olanları mikroelektronikada fotoelektrik yarımkeçirici materiallar kimi tətbiq olunmalarına çox imkan yaradır [3,4].

Lakin göstərilən B₂^VX₃ tip birləşmələr və onların əsasında alınan fazaların termoelektrik materiallarının işçi temperatur intervalının mexaniki davamlılığının aşağı olması onların tətbiq sahələrini məhdudlaşdırır. Ona görə də Sb₂Se₃(Bi₂Se₃) əsasında yeni yarımkeçirici fazaların axtarışı və onların alınmasının fiziki-kimyəvi əsaslarının yaradılması məqsədilə bismut və lantan selenidlərindən təşkil olunmuş üçlü birləşmələrin tədqiqi aktualdır.

Ekspərimental hissə

Sistemin ərintiləri yüksək təmizlikli elementlərdən (bismut - B5,, selen B4 və əsas tərkib hissəsi olan neodim- 99,98%) sintez edilmişdir.

Sistemi tədqiq etmək üçün cədvəldə göstərilmiş tərkibli nümunələr hazırlanmışdır. Sistemin ərintiləri Bi₂Se₃ və NdSe birləşmələrindən (liqaturdan)

kvars ampulalarda vakuum şəraitində 900-1200 K temperaturda 5-6 saat ərzində sintez edilmişdir. Sintezdən sonra müəyyən edilmişdir ki, 0-60 mol % NdSe tərkibə qədər ərintilər metal parıltılı kompakt şəkildə, ondan yuxarıda isə ərintilər məsaməli şəkildə alınmışdır. Bu baxımdan 60 mol% NdSe tərkibdən yuxarıda bütün nümunələr əzilərək toz halına salınmış və xüsusi qurğuda yüksək təzyiqlə altındə sıxılaraq həb halına salınmış və bərk fazalı reaksiya metodu ilə 800 K temperaturda 300 s. ərzində termiki emal edilmişdir. Sistemin bütün nümunələrində homogenləşmə aparmaq üçün onlar kvars ampulalarda vakuum şəraitində müfəl peçində 750 K temperaturda 450 s. ərzində dəmləməyə uğradılmışdır. Tədqiqatlar DTA (termoskan-2 və VDTA 8M2 cihazları), X-ray diffraksiyası analizi (Bruker D8 ADVANCE toz difraktometri), MSA-scanning elektron mikroskopiyası (SEI, Phillips-XL 30 FEG) və mikrobərklik (PMT-3 cihazı istifadə etməklə) üsullarla aparılmışdır.

Nəticələr və müzakirə

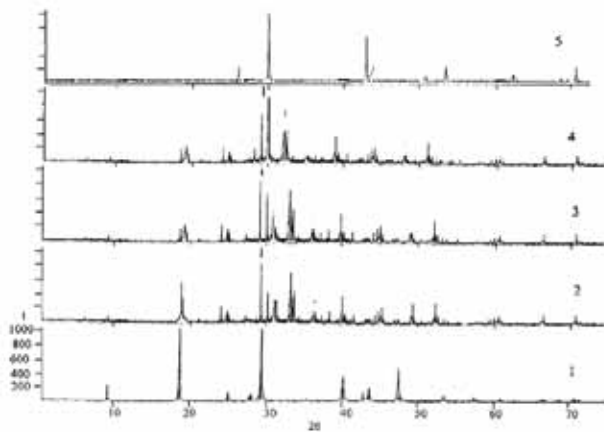
Termiki emaldan sonra bütün nümunələr FKA kompleks metodları ilə tədqiq edilmişdir. Ərintilərin DTA analizinin nəticələri cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl

Bi₂Se₃-NdSe sistemi ərintilərinin fiziki-kimyəvi xassələrinin nəticələri

| № | Tərkib, mol % | | Termiki qızma effektləri, T, K | H _{II} , MPa | | Sıxlıq, q/sm ³ |
|----|---------------------------------|------|--------------------------------|---------------------------------|------|---------------------------|
| | Bi ₂ Se ₃ | NdSe | | Bi ₂ Se ₃ | NdSe | |
| 1 | 100 | 0 | 980 | 850 | - | 7,66 |
| 2 | 98 | 2 | 965,975 | 870 | - | 7,65 |
| 3 | 97 | 3 | 960,970 | 910 | - | 7,62 |
| 4 | 95 | 5 | 875,955 | 940 | - | 7,60 |
| 5 | 93 | 7 | 865,950 | 970 | - | 7,58 |
| 6 | 90 | 10 | 800,835 | ölçül-di | - | 7,52 |
| 7 | 80 | 20 | 800,825 | - | - | 7,45 |
| 8 | 70 | 30 | 800 | evtek | tika | 7,40 |
| 9 | 60 | 40 | 800,1275 | - | - | 7,35 |
| 10 | 50 | 50 | 800,1350 | - | - | 7,30 |
| 11 | 40 | 60 | 800,1430 | - | - | 7,25 |
| 12 | 10 | 90 | 800 | - | - | 7,02 |
| 13 | 0 | 100 | 2420 | - | 3180 | 6,98 |

Cədvəldən görüldüyü kimi ərintilərdə maksimum iki endoeffekt alınmışdır. RFA-ın nəticələri şəkil 1-də verilmişdir.



Şək. 1. Bi₂Se₃-NdSe sisteminin difraktoqramı.
1- Bi₂Se₃,2-40,3-50,4-60, 5-100 mol % NdSe

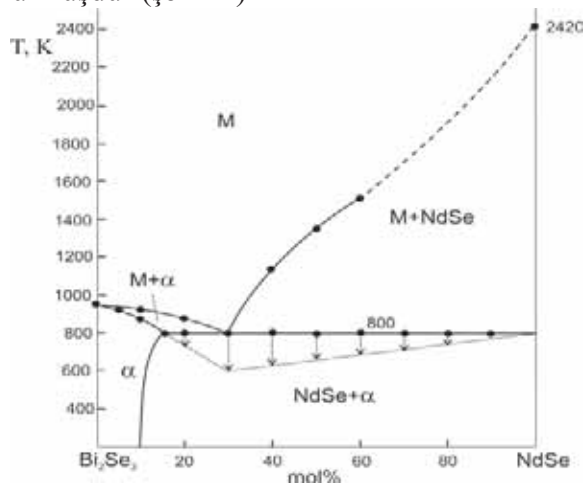
Difraktoqramların analizi sistemdə yeni faza alınmadığını göstərir və ərintilərin difraktoqramlarından alınan reflekslər Bi₂Se₃-NdSe birləşmələrinin reflekslərinin qarışığından ibarətdir.

Ərintilərin mikrobərkilyinin qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir. Göründüyü kimi iki sıra qiymət alınır: 850-970 MPa Bi₂Se₃ əsasında bərk məhlula; 3180 MPa isə NdSe birləşməsinə uyğundur. Bu onu göstərir ki, sistemdə yeni faza əmələ gəlmir və DTA və RFA-nın nəticələri təsdiq edilir.

Ərintilərin MQA nəticələri göstərir ki, sistemdə 0÷7 mol % NdSe tərkibli ərintilər birfazlı, qalan ərintilər ikifazlı mexaniki qarışıqdan ibarətdir.

Nümunələrin sıxlığı piknometrik üsulla təyin edilmişdir və nəticələr cədvəldə əks olunmuşdur.

FKA-nın metodlarının nəticələrinə əsasən Bi₂Se₃-NdSe sisteminin T-x faza diaqramı qurulmuşdur (şəkil 2).



Şək. 2. Bi₂Se₃-NdSe sisteminin hal diaqramı

Şəkildən görüldüyü kimi sistemin hal diaqramı kvazibinar, olub sadə evtektik tiplidir və Nd-Bi-Se üçlü sisteminin trianqulyasiyasında iştirak edir.

Sistemin likvidusu iki komponentin $\alpha(\text{Bi}_2\text{Se}_3)$ və NdSe ilkin kristallaşma əyrilərindən ibarətdir ($M+\alpha$), ($M+\text{NdSe}$) solidusdan aşağıda sistemin ərintiləri bərk halda olub α - və NdSe qarışığından ibarətdir.

Sistemdə 30 mol% NdSe tərkibdə və 800 K əriyən evtektik qarışıq kristallaşır. Evtektikanın yeri ənənəvi olaraq Tamman üçbucağı qurmaqla qrafiki olaraq təyin edilmişdir. Evtektika nöqtəsində aşağıdakı nonvariant tarazlıq prosesi baş verir:



Bi_2Se_3 əsasında otaq temperaturunda homogenlik sahəsi 7 mol %, evtektika temperaturunda isə (800 K) artaraq 12 mol % NdSe təşkil etmişdir.

Beləliklə, Bi_2Se_3 -NdSe sistemi sadə evtektik tiplidir və Nd-Bi-Se üçlü sisteminin kvazibinar kəsiyidir.

Nəticə

FKA-nın metodlarının nəticələrinə əsasən Bi_2Se_3 -NdSe sisteminin T-x faza diaqramı qurulmuşdur və müəyyən edilmişdir ki, Bi_2Se_3 -NdSe sistemi sadə evtektik tiplidir və Nd-Bi-Se üçlü sisteminin kvazibinar kəsiyidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Kulbachinskii V.A., Kytin V.G., Kudryashov A.A., Tarasov P.M. Thermoelectric properties of Bi_2Te_3 , Sb_2Te_3 and Bi_2Se_3 Single Crystals with Magnetic Impurities 9TH European Conference on Thermoelectrics: ect 2011. AIP Conference Proceedings, Volume 1449, pp. 95-98 (2012).
2. Андреев О.В., Халиков А.И., Лактионов Ф.В., Щурова М.А. Измерение электропроводности и термо-ЭДС: Учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов направления 020100.68 «Химия». Тюмень: Тюменский государственный университет, 2012, 44 с.
3. Прохоров А.М. Компенсационный метод измерения // Большая Советская энциклопедия (в 30 т.) — 3-е изд. Мю: Сов. энциклопедия, 1973, т. XII. ,624 с.
4. Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И. Электрофизические свойства твердых растворов на основе Bi_2Se_3 , Кинетика и механизм кристаллизации / Тезисы докладов VIII Межд. Науч. Конф., Иваново, Россия, 2014, с.65-66
5. Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И., Юсифов Ю.А. Система Bi_2Se_3 -NdSe / Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir Kimya və biologiyanın aktual problemləri” beynəlxalq elmi konfrans, Gəncə, 2014, s 9-13
6. Augustine S., Ampili S., Kang J.K., Mathai E. Structural, electrical and optical properties of Bi_2Se_3 and $\text{Bi}_2\text{Se}_{(3-x)}\text{Te}_x$ thin films // Mater. Res. Bull. 2005, v.40, p. 1314–132
- 7.Абрикосов Н.Х., Банкаина В.Ф., Порецкая Я.В. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М.: Наука, 1975, 220 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ $\text{Bi}_2\text{Se}_3\text{-NdSe}$

Г.Т.ГАНБАРОВА

РЕЗЮМЕ

Методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и микроструктурного (МСА) анализов, измерением микротвердости и электрофизических свойств, изучен характер физико-химического взаимодействия в системе $\text{Bi}_2\text{Se}_3\text{-NdSe}$. Построена диаграмма состояния системы Nd- Bi- Se. Установлено, что она является квазибинарным сечением тройной системы Nd- Bi- Se и относится к простому эвтектическому типу

Ключевые слова: система, сплав, температура, диаграмма, квазибинар

RESEARCH OF SYSTEM $\text{Bi}_2\text{Se}_3\text{-NdSe}$

G.T.GANBAROVA

SUMMARY

Methods of differential thermal (DTA), X-ray phase (XRF) and microstructural (MSA) analyzes, measurement of microhardness and electrophysical properties, studied the nature of the physicochemical interaction in the system $\text{Bi}_2\text{Se}_3\text{-NdSe}$. The state diagram of the Nd-Bi-Se system is constructed. It is established that it is a quasi-binary section of the Nd-Bi-Se ternary system and belongs to the simple eutectic type

Keywords: system, alloy, temperature, diagram, quasibinar