

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ПОБЛИЗУ ПЕРЕХОДУ НАПІВМЕТАЛ-НАПІВПРОВІДНИК

Богданов Ю.С., Дорошенко Г.М., Рогачова О.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тверді розчини $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ між напівметалами вісмутом і сурмою відомі як найкращі низькотемпературні термоелектричні матеріали за температур $< 200 \text{ K}$. Необмежена розчинність у твердому стані і висока чутливість зонної структури до зовнішніх чинників (складу, температури, тощо) дозволяють вивчати вплив складу на електронний спектр і термоелектричні властивості $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ [1]. Відомо, що тверді розчини $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ при концентраціях сурми $x = 0.06 - 0.22$ являють собою вузькозонні напівпровідники, в яких за концентрацій $x \sim 0.06 - 0.07$ відбувається перехід від напівметалічних сплавів до непрямозонних напівпровідників, а при $x \sim 0.08 - 0.09$ – перехід непрямозонний - прямозонний напівпровідник [2]. Можна очікувати, що подібна зміна зонної структури зі складом $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ буде проявлятися на концентраційних залежностях кінетичних властивостей. Раніше [3], поблизу $x \sim 0.06 - 0.07$, було виявлено аномальну ділянку на ізотермах механічних і термоелектричних властивостей. Однак ці дослідження проводилися з кроком по концентрації $\Delta x > 0.01$, що не дозволило виявити наявності двох концентраційних ділянок.

Мета роботи – детально дослідити залежності від складу твердих розчинів $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ коефіцієнта Зеєбека S і електропровідності σ в інтервалі концентрацій $x = 0.045 - 0.095$ ($\Delta x = 0.0025 - 0.005$). Об'єкти дослідження – полікристалічні злитки $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, що були отримані сплавленням Bi і Sb у вакуумованих кварцових ампулах, гартуванням на повітрі з подальшим відпалом при 520 K протягом 720 годин. Вимірювання σ проведено чотирьохзондовим методом, а S -- компенсаційним методом відносно Cu електродів за кімнатної температури.

Підтверджено аномальну поведінку термоелектричних властивостей $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (різкий зріст σ та зменшення S) поблизу переходу напівметал - непрямозонний напівпровідник при $x \sim 0.065 - 0.07$. Вперше на залежності $\sigma(x)$ виявлено збільшення σ у інтервалі концентрацій $x \sim 0.075 - 0.085$. Складний характер залежності $\sigma(x)$ пов'язується з послідовною реалізацією електронних фазових переходів напівметал-непрямозонний напівпровідник і непрямозонний - прямозонний напівпровідник.

Література:

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. Киев: Наукова думка, 1979. – 763 с.
2. Брандт Н.Б. Исследование энергетического спектра электронов в сплавах Bi-Sb / Н.Б. Брандт, Л.Г. Любутина, Н.А. Крюкова // ЖЭТФ. – 1967. – Т. 53. – № 1(7). – С. 134–141.
3. Rogacheva E.I. Anomalies in the isotherms of the thermoelectric properties of Bi-Sb solid solutions / E.I. Rogacheva, A.A. Drozdova, M.S. Dresselhaus // Proc. 25th Int. Conf. on Thermoelectrics. – 2006. – P. 107-110.