

КОЕФІЦІЄНТ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ ДОБРОТНОСТІ КРИСТАЛІВ $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$

На основі експериментальних даних (σ і α) проведено оцінки величини коефіцієнта термоелектричної добротності кристалів $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ при $T=300\text{K}$.

Thermoelectrical Q -factor values for $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ crystals have been estimated on the basis of experimental data (σ and α) at $T=300\text{K}$.

Тверді розчини $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ властивості яких частково висвітлені у [1-10], є напівпровідниками зі змінною, в залежності від складу, шириною забороненої зони E_g і належать до напівмагнітних напівпровідників.

Досліджені нами кристали $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ ($0 < x \leq 0,14$; $0 < y \leq 0,05$) були вирощені методом Бріджмена. Концентрацію носіїв заряду в кристалах $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ змінювали термообробкою зразків при контрольованому тиску парів компонент. Дослідження кінетичних коефіцієнтів [1] проводилось звичайним компенсаційним методом при постійному струмі у монокристалічних зразках $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ розміром $8 \times 1,5 \times 1$ мм. Вважається, що склад зразків збігається зі складом шихти (елементарні високочисті Hg, Mn, Te, Se), яка завантажувалась в ампулу. Однорідність контролювалась вимірюванням R_H по довжині зразка. Контактими до зразків служили мідні дротинки, які припаювались індієм. Градієнт температури на кінцях зразка при вимірюванні α не перевищував 12°C . Температура контролювалась мідь-константановими термопарами. Максимальна похибка при вимірюванні σ не перевищувала 2%, а при вимірюванні α – 6%.

Мета даної роботи – оцінка коефіцієнта термоелектричної добротності $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ кристалів, знання якого дозволяє робити висновки про можливість використання вказаних матеріалів у термоелектричних генераторах і холодильниках.

Знаючи теплопровідність λ , термоелектрорушійну силу α і питому електропровідність σ , можна визначити коефіцієнт термоелектричної

добротності Z кристалів $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ за формулою (1):

$$Z = \frac{\alpha^2 \times \sigma}{\lambda} \quad (1)$$

Відсутність у літературі інформації про теплопровідність твердих розчинів $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ обумовила використання, при оцінці коефіцієнта термоелектричної добротності, величини $\lambda(\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y) = \lambda_T(\text{HgTe}) = 0,020 \text{ Вт}/(\text{см}\cdot\text{К})$ [11], де $\lambda_T(\text{HgTe})$ – ґраткова теплопровідність HgTe при $T \approx 300\text{K}$. Врахування теплопровідності носіїв заряду збільшило б це значення на $\lambda_{н.з.}$, а врахування характерної особливості ґраткової теплопровідності твердих розчинів, яка полягає у значному зменшенні її величини порівняно з вихідними компонентами, привело б до зменшення λ на $\Delta\lambda_T$. Враховуючи, що $\Delta\lambda_T$ і $\lambda_{н.з.}$ – величини одного порядку, але протилежні за знаком, вважатимемо, що $\lambda(\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y) = \lambda_T(\text{HgTe}) = 0,020 \text{ Вт}/(\text{см}\cdot\text{К})$ (для малих x та y , близьких до HgTe).

Отримані значення Z (при $T \approx 300\text{K}$) для досліджуваних зразків $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ зведені у таблицю 1. Із таблиці видно, що термообробка зразків $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ у парах компонент дозволяє змінювати значення коефіцієнта термоелектричної добротності Z в досить широких межах.

Підбираючи тверді розчини $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$ оптимального складу ("x" і "y"), яким відповідають великі Z , та змінюючи умови вирощування кристалів і їх термообробки (температуру зразка і дифузанта, тривалість відпалу, послідовність відпалу в парах різних компонент), можна досягти максимально можливих для $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y$

значень коефіцієнта термоелектричної добротності Z . На закінчення ще раз зазначимо, що отримані значення коефіцієнта термоелектричної добротності кристалів $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ мають оціноч-

ний характер і, мабуть, дещо занижені порівняно з дійсними значеннями, які можна було б отримати за наявності експериментальних результатів досліджень λ $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ кристалів.

Таблиця 1. Параметри зразків $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$

X	Y	Термообробка	σ , Ом ⁻¹ см ⁻¹	α , мкВ/К	$Z \cdot 10^3$, К ⁻¹
0,01	0,01	до термообробки	305	-121	0,22
		термообробка в парах ртуті	1765	-101	0,90
0,05	0,01	до термообробки	150	-140	0,15
		термообробка в парах селену	879	-172	1,29
		термообробка в парах ртуті	370	-165	0,50
0,14	0,01	до термообробки	6	+424	0,05
		термообробка в парах селену	3,5	+248	0,01
		термообробка в парах телуру	15,8	+220	0,03
		термообробка в парах ртуті	65	+4	0,00005
0,14	0,05	до термообробки	42	+136	0,04
		термообробка в парах селену	99	-102	0,05

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мар'янчук П.Д., Падалко А.М. Вплив температури, магнітного поля та термообробки на кінетичні коефіцієнти кристалів $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // УФЖ. - 1993. - **38**, №10. - С.1554-1558.
2. Гавалешко Н.П., Мар'янчук П.Д., Падалко А.М. Особливості магнітної восприимчивості монокристалів $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // Изв. вузов. Фізика. - 1991. - **34**, №4. - С.60-62.
3. Гавалешко Н.П., Мар'янчук П.Д., Падалко А.М. Влияние термообработки на кластерную и дефектную подсистемы кристаллов $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // Изв. вузов. Фізика. - 1993. - **36**, №5. - С.48-51.
4. Гавалешко Н.П., Мар'янчук П.Д., Падалко А.М. Полевая инверсия знака коэффициента Холла в $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // Изв. вузов. Фізика. - 1994. - **37**, №4. - С.11-14.
5. Кульбачинский В.А., Мар'янчук П.Д., Чурилов И.А. Электрические и магнитные свойства полумангнитных полупроводников $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1995. - **29**, №11. - С.2007-2014.
6. Крылов К.Р., Леринман Н.К., Пономарёв А.И., Сабирзянова Л.Д., Шелушичина Н.Г. Гавалешко Н.П., Мар'янчук П.Д. Магнитная восприимчивость и гальваномагнитные свойства полумангнитного полупроводника $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1994. - **28**, №8. - С.1382-1392.
7. Леринман Н.К., Мар'янчук П.Д., Пономарёв А.И., Сабирзянова Л.Д., Шелушичина Н.Г. Эффект вскипания дырок и особенности магнитосопротивления полумангнитного полупроводника $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1997. - **31**, №10. - С.1198-1205.
8. Кульбачинский В.А., Мар'янчук П.Д., Чурилов И.А., Лукин Р.А. Гальваномагнитные свойства полумангнитных полупроводников $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ЖЭТФ. - 1997. - **112**, вып.5(11). - С.1809-1815.
9. Кульбачинский В.А., Чурилов И.А., Мар'янчук П.Д., Лукин Р.А. Влияние Se на гальваномагнитные эффекты в полумангнитных полупроводниках $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1998. - **32**, №1. - С.57-60.
10. Белогорохов И., Кульбачинский В.А., Чурилов И.А., Мар'янчук П.Д. Особенности спектров отражения в дальней инфракрасной области полумангнитных полупроводников $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ // ФТП. - 1998. - **32**, №5. - С.546-548.
11. Мошлевский Б.М., Чудновский А.Ф. Теплопроводность полупроводников. - М.: Наука, 1972.