

УДК 546.548.55

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІКРИСТАЛІЧНОГО Tl_4TiS_4

Севрюков Д.В., Сабов М.Ю., Беца В.В., Переш Є.Ю., Барчій І.Є.

Ужгородський національний університет, 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46

Дослідження термоелектричних властивостей монокристалічних зразків Tl_4TiS_4 показало перспективність їх використання в якості середньотемпературних перетворювачів теплової енергії [1]. Однак, при оцінці можливості практичного використання того чи іншого матеріалу, крім фізичних параметрів (коефіцієнта термо-ЕРС, термоелектричної добротності) необхідно враховувати і інші чинники. Серед них важливим є технологічність матеріалу, що включає простоту, надійність і тривалість процесу, необхідність використання додаткового обладнання, загальні енерговитрати, забезпечення відтвореності основних параметрів. За всіма цими ознаками визначається конкурентоспроможність одержуваного функціонального матеріалу.

Оскільки одержання монокристалів є більш затратним у енергетичному, апаратному та часовому аспектах, а їх характеристики не завжди кращі від полікристалів, у термоелектричних пристроях використовують переважно полі-, а не монокристалічні зразки. Попередні дослідження термоелектричних властивостей монокристалів Tl_4TiS_4 показали на їх високу термоелектричну добротність [2].

Метою даної роботи було вивчити термоелектричні властивості полікристалічного Tl_4TiS_4 та порівняти їх з властивостями монокристалічного Tl_4TiS_4 .

Синтез проводили з елементарних вихідних компонентів високого ступеня чистоти за методикою, описаною в [3].

Одержаний продукт ідентифікували методами РФА і ДТА. Після цього його розтирали в агатовій ступці, просіювали через сито з отворами діаметром 10 мкм і пресували в таблетки діаметром 9.0 мм і висотою 3.7 мм. Таблетки відпалювали при температурі 523 К протягом 3 годин і загартовували.

Термоелектричні властивості зразків досліджували за методом Хармана у температурному інтервалі 314-534 К [4]. Встановлено, що температурна залежність електропровідності полі- і монокристалічного зразків має однаковий характер (рис. 1). Водночас, значення електропровідності полікристалічного зразка значно нижчі, що обумовлено, мабуть, розсіюванням заряду на границях зерен.

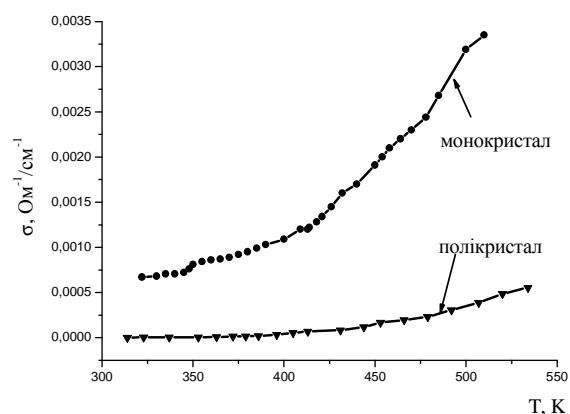


Рис. 1. Температурна залежність електропровідності полі- і монокристалу Tl_4TiS_4

Зміна знаку коефіцієнта термо-ЕРС є характерною як для моно-, так і для полікристалічного зразків Ti_4TiS_4 (рис. 2).

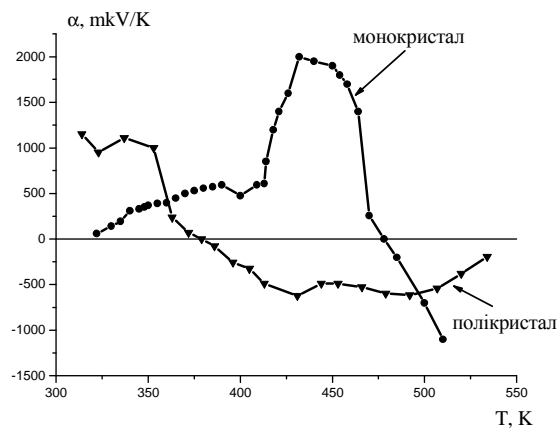


Рис.2. Температурна залежність коефіцієнту термо-ЕРС Ti_4TiS_4

Максимальні додатні значення коефіцієнту термо-ЕРС для монокристалів досягали $2 \cdot 10^3$ мкВ/К (при 432 К). Для полікристалів вони дещо нижчі і склали $1.15 \cdot 10^3$ мкВ/К (при 314 К)

Для порівняння термоелектричної ефективності зразків полі- та монокристалів Ti_4TiS_4 нами розраховано їх термосилу ($\alpha^2\sigma$) та побудовано її температурну залежність (рис. 3, 4)

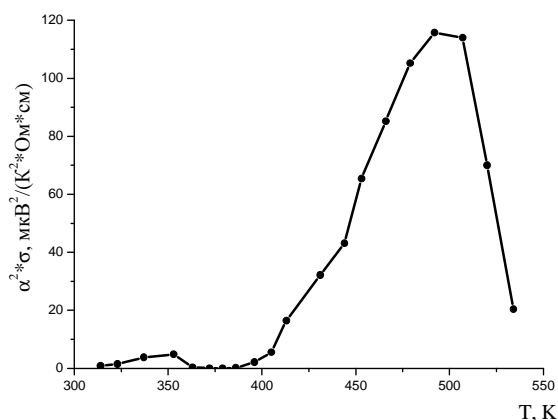


Рис. 3. Температурна залежність термосили полікристалічного Ti_4TiS_4

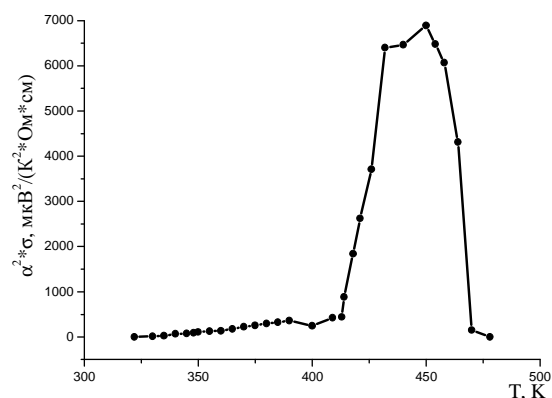


Рис. 4. Температурна залежність термосили монокристалічного Ti_4TiS_4

Обидва зразки характеризуються чітко вираженими максимумами термосили, які проявляються у близькому температурному інтервалі. Максимальні значення термосили монокристалу більш як на порядок перевищують аналогічні для полікристалу, що обумовлено вищою електропровідністю і коефіцієнтом термо-ЕРС першого.

Термосила хоча і є важливою характеристикою, проте за її величиною неможливо однозначно оцінити термоелектричну ефективність. Можливість практичного застосування матеріалу у більшій мірі визначається термоелектричною добротністю, яка окрім термосили враховує ще і теплопровідність:

$$Z = \frac{\alpha^2 \cdot \sigma}{\chi}$$

де α – коефіцієнт термо-ЕРС

σ – електропровідність

$\alpha^2 \sigma$ – термосила

χ – теплопровідність.

Методика Хармана не дає можливості вимірювати теплопровідність, однак дає змогу розрахувати термоелектричну добротність. За нашими даними термоелектрична добротність полікристалічного зразка має дещо нижчі значення, ніж для монокристалічного (рис.5).

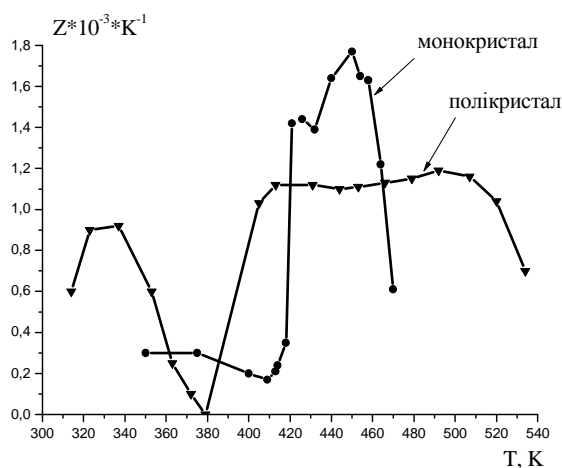


Рис. 5. Температурна залежність термоелектричної добротності кристалів Tl_4TiS_4

Зокрема, максимальні значення цієї характеристики для полікристалу становили лише $1.19 \cdot 10^{-3} K^{-1}$, тоді як для монокристалічного Tl_4TiS_4 ці показники були рівні $1.91 \cdot 10^{-3} K^{-1}$. Водночас, у порівнянні з монокристалом Tl_4TiS_4 для полікристалічного зразка досить високі значення термоелектричної добротності проявляються в широкому температурному інтервалі. Полікристал Tl_4TiS_4 , попри суттєво нижчі значення термосили, не поступається монокристалічному зразку Tl_4TiS_4 за значеннями термоелектричної добротності, що пояснюється нижчою

теплопровідністю полікристалу. Адже наявність міжзернових границь перешкоджає як поширенню фононних хвиль, так і руху носіїв заряду, які одночасно є і носіями тепла.

Слід відмітити, що високі значення термоелектричної добротності моно- і полікристалічного зразків проявляються в одному і тому ж температурному інтервалі, тоді як знак коефіцієнту термо-ЕРС у цьому температурному інтервалі для них є різним. Це обумовлює перспективу їх використання у термоелектричних елементах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сабов М.Ю., Беца В.В., Севрюков Д.В., Переш Є.Ю., Попик В.Ю., Галаговець І.В. Одержання та термоелектричні властивості монокристалів Tl_4TiS_4 // Наук. вісник УжНУ. Серія хімія.- 2003.- вип.9.- С.74-76.
2. Севрюков Д.В., Сабов М.Ю., Переш Є.Ю. та ін. Вплив умов синтезу на термоелектричні властивості Tl_4TiS_4 // УХЖ.-2007.-Т.73, №8.-С. 84-88.
3. Декларац. пат. України № 70185-А 7С01G23/00, С01G15/00.-Опубл. 15.09.2004; Бюл. №9.
4. Harman T.C., Cahn I.H., Logan M.I.// J. Appl. Phys.-1959.-30, №9.-P. 1351-1359.

THERMOELECTRIC PROPERTIES OF THE POLYCRYSTALLINE Tl_4TiS_4

Sevrukov D.M., Sabov M.Yu., Betza V.V., Peresh E.Yu., Barchij I.E.

The thermoelectric power of Tl_4TiS_4 sintered pastilles was carried out. The sintered pastilles were prepared by reducing the Tl_4TiS_4 to powder form, which was then compacted. The pastille obtained was annealing at 523 K in a vacuumed silica tube. Measurements of thermoelectric power were taken for the temperature range 314-534 K by Harman technique. The potential of polycrystalline Tl_4TiS_4 as thermoelectric materials was studied.