

РОЗРАХУНОК ЕНЕРГІЇ ФЕРМІ ТА ЕФЕКТИВНОЇ МАСИ ГУСТИНИ СТАНІВ В КРИСТАЛАХ Bi_2Se_3

Меньшикова С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Bi_2Se_3 – напівпровідник класу V_2VI_3 , який широко використовується в термоелектриці. Bi_2Se_3 також відноситься до топологічних ізоляторів (ТІ), які представляють собою діелектрик із провідним шаром на поверхні [1]. Унікальні властивості ТІ пов'язані із наявністю металевих поверхневих станів [2]. Останнє привертає увагу до вивчення зонних параметрів Bi_2Se_3 . Зазвичай ці параметри визначають оптичними методами, шляхом вивчення циклотронного резонансу в сильних магнітних полях [3], теоретичними оцінками в рамках методу псевдо потенціалу [4]. Ми зробили спробу розрахувати енергетичні зонні характеристики, а саме енергію Фермі E_F та ефективну масу густини станів m_d^* , використовуючи експериментальні результати вимірювання кінетичних коефіцієнтів та розглядаючи однозонну модель в наближенні часу релаксації із припущенням квадратичного закону дисперсії [5].

Мета роботи – визначити E_F та m_d^* в кристалі Bi_2Se_3 .

Експериментальний зразок було виготовлено методом холодного пресування литого полікристалу Bi_2Se_3 під тиском 400 МПа (витримка під пресом – 60 с) із наступним гомогенізуючим відпалом у вакуумі за температури 670 К протягом 250 год. Ступінь дисперсності порошку для пресування становила 200 мкм. Коефіцієнт Холла R_H вимірювали стандартним dc методом з похибкою $\pm 5\%$. Холлівську концентрацію носіїв заряду визначали за умови одного сорту $n = 1/(R_H \cdot e)$, де e – заряд електрона. Вимірювання коефіцієнта Зеебека S проводили відносно мідних електродів з точністю $\pm 3\%$.

В рамках однозонної моделі в наближенні часу релаксації із припущенням квадратичного закону дисперсії та з використанням експериментальних даних S та n були розраховані зонні параметри кристалу Bi_2Se_3 : $E_F = 24$ меВ та $m_d^* = 0.15 m_0$, де m_0 – маса вільного електрону. При розрахунку робилось припущення про розсіяння носіїв заряду на акустичних фононах. Позитивне значення E_F вказує на те, що в Bi_2Se_3 рівень Фермі розташований в зоні провідності. Отримано добре узгодження значення m_d^* із літературними даними [3].

Література:

1. Zhang H. Topological insulators in Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 and Sb_2Te_3 with a single Dirac cone on the surface / H. Zhang, C.-X. Liu, X.-L. Qi, et al. // Nature Physics. – 2009. – V. 5. – P. 438-442.
2. Ando Y. Topological Insulator Materials / Y. Ando // J. Phys. Soc. Jap. - 2013. – 82. – P.102001.
3. Kulbachinskii V. A. Cyclotron Resonance in High Magnetic Fields in Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 and Sb_2Te_3 Based Crystals / V. A. Kulbachinskii, N. Miura, H. Arimoto, et al. // J. Phys. Soc. Jpn. – 1999. – 68. – P. 3328-3333.
4. Олешко Е. В. Квазирелятивистский зонный спектр селенида висмута / Е.В. Олешко, В. Н. Корольшин // ФТП. – 1985. – Т.19. – 10. – С. 1839-1841.
5. Nolas G. S. Thermoelectrics: basic principles and new materials developments / G.S. Nolas, J. Sharp, H. J. Goldsmid // Springer series in materials science. – 2001. – 45. – 297.