

УДК 621.315.592

Гуменний П.- ст.гр. КСМм-51

Тернопільський національний економічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТА ФОНОННИХ ТЕПЛОВИХ ХВИЛЬ У ОПТИЧНО НЕПРОЗОРИХ НАПІВПРОВІДНИКАХ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Касянчук М.М.

В останні роки помітно зріс інтерес до дослідження теплових властивостей матеріалів, зокрема напівпровідників, при збудженні в них нестационарних теплових потоків. В експериментальних умовах ці потоки формують з допомогою модульованих за часом неперервних енергетичних пучків. В якості джерела зовнішнього збудження використовується, як правило, лазерне випромінювання. Виникаючий при цьому нестационарний термодифузійний потік може бути інтерпретований як тепловий хвильовий процес.

Однак напівпровідник можна уявити як сукупність взаємодіючих між собою підсистем квазічастинок, в найпростішому випадку – електронів та фононів, які знаходяться в нерівноважному стані. Головна задача нашого дослідження полягає у визначенні деяких теплових параметрів підсистем квазічастинок напівпровідника, зокрема, електронної та фононної тепло- та температуропровідності. Для її вирішення потрібно обрахувати нестационарні теплові розподіли в обох підсистемах квазічастинок зразка та вибрати метод їх детектування. На нашу думку, найперспективнішим в даному випадку є термоелектричні вимірювання.

Нехай на поверхню $x=0$ напівпровідника падає модульоване лазерне випромінювання, протилежна поверхня ізотермічно контактує з термостатом з температурою T_0 . Бічні грані адіабатично ізольовані. При відсутності генераційно-рекомбінаційних процесів розглянуто поверхнєве поглинання енергії. Сформульовано адекватні експерименту краєві умови та самоузгоджено з врахуванням електрон-фононного енергообміну розраховано нерівноважні температурні розподіли в електронній та фононній підсистемах.

Аналітично розв'язано систему рівнянь балансу енергії для електронів та фононів і проаналізовано температурні розподіли в загальному випадку і у випадку великої фононної теплопровідності в порівнянні з електронною ($\chi_p \gg \chi_e$), що типово для невідроджених напівпровідників. Показано, що в узгодженні з вибраними краєвими умовами в таких напівпровідниках має місце як електронна, так і фононна термодифузія вже в нульовому наближенні по параметру $\gamma = \chi_e / \chi_p$. Розглянуто фізично найбільш важливі часткові випадки: тонкі та масивні зразки; високі та низькі частоти модуляції; різні співвідношення між термодифузійними довжинами, довжиною остигання та довжиною зразка.

Обумовлено можливості визначення електронних та фононних значень тепло- та температуропровідностей, а також величини енергетичної електрон-фононної взаємодії в рамках одного фототермічного експерименту за допомогою термоелектричних вимірювань.

Для вимірювання нестационарної температури запропоновано термоелектричний термометр (термопара) ТХА моделі А614-7, вибір обґрунтовано його технічними характеристиками.