

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОЇ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ ПОВЕРХНІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Отримання напівпровідникових шарів для сучасних електронних приладів супроводжуються в них процесами самоорганізації на нано та мікрорівнях. В результаті виникає складна внутрішня структура, властивості якої визначаються не тільки хімічним складом матеріалу, щільністю точкових і протяжних дефектів, присутності в системі пружних напружень тощо, але, більшою мірою, характером зв'язку частин такої структури в єдине ціле. У таких структурах традиційні методи опису їх стану не відображають повною мірою їх особливі структурні властивості, що нерідко призводить до відсутності прямої кореляції між ними і оптичними та електричними властивостями всієї напівпровідникової системи.

Прикладом таких систем зі складною структурою є вискоефективні світлодіодні гетероструктури з квантовими точками на основі нітридів III групи.

При термодинамічному аналізі процесу формування наноструктур необхідно брати до уваги наявність поверхневої компоненти вільної енергії системи. У той же час, саме при формуванні структур з характерними розмірами елементів від часток мікрона до нано, починають проявлятися фізичні та математичні труднощі в термодинамічному аналізі системи, коли термодинамічні функції фази починають необмежено зростати. Прикладом такої ситуації є різке зростання вільної поверхневої енергії Гіббса, величина якої при розрахунку за класичною формулою $G_S \sim \alpha_S / r$, при зменшенні характеристичних розмірів часток взаємодіючих фаз починає на кілька порядків перевищувати величини компонентів рівнянь, що описують хімічну взаємодію.

Як перспективний підхід при виконання термодинамічного аналізу системи, де непланарність межі поділу істотно впливає на енергетичний стан фаз, можна визнати врахування в розрахунках фрактальної геометрії поверхонь розділу (фрактальність межі поділу). Це дозволить скорегувати функціональну залежність поверхневої енергії від геометричних форм на поверхні і, тим самим, відкриє перспективу відходу від появи різко зростаючих функцій при моделюванні енергетичного стану межі поділу складної форми.

Поставлене завдання передбачає використання нових засобів опису стану поверхні шарів і, зокрема, їх геометричних форм. В деяких роботах розгляд стану поверхні шарів здійснювався з застосуванням фрактального (монофрактального) аналізу. Авторами були знайдені параметри фрактального стану шарів, тобто розрахована фрактальна розмірність поверхні. В той же час було знайдено, що така розмірність відносно слабо відрізнялася від одного зразка до іншого. Це спостерігалось і в випадках, коли кристалографічні параметри плівки різнилися дуже значно. Слабка залежність хаусдорфової розмірності від вказаних параметрів робила цей параметр не досить вдалим при отриманні кількісної характеристики стану поверхні. Таким чином, метою роботи є розробка програмного забезпечення мультифрактального аналізу, яке буде використовувати повну (просторову) інформацію про рельєф поверхні напівпровідникової структури. Показана ефективність використання розробленої програми до здійснення мультифрактальної параметризації поверхонь структур на основі напівпровідників A^2B^6 , що синтезовані різними технологіями. За нашими даними, подібного роду дослідження поверхні плівок зазначених твердих розчинів не проводилися.

В даній роботі:

1. Розроблено новий методичний підхід та відповідне йому програмне забезпечення для здійснення мультифрактальної параметризації поверхні напівпровідників.
2. За отриманими AFM зображеннями поверхні структур напівпровідників A^2B^6 методом мультифрактального аналізу знайдені параметри щодо математичного опису стану поверхні структур.
3. Знайдені кореляційні залежності між параметрами мультифрактального спектра та умовами формування за кристалографічними параметрами шарів напівпровідників A^2B^6 .