

ОПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛІВ $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$ ЛЕГОВАНИХ Dy

Мельничук Т., Мирончук Г.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Останнім часом спостерігається підвищений інтерес до дизайну ІЧ-оптичних пристроїв на основі халькогенідів, особливо потрійних і четвертинних кристалів. Халькогеніди мають більшу область прозорості, яка охоплює також середню ІЧ область спектру, на відміну від оксидів. Легування рідкоземельними елементами може впливати на оптичні властивості халькогенідних кристалів.

Метою дослідження було вивчення халькогенідних оптичних кристалів $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$, легованих рідкоземельними елементами Dy .

Рентгеноструктурний аналіз (XRD) показав, що легування кристалів $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8$ рідкісноземельними елементами Dy не призвело до зміни кристалічної структури або параметрів кристалічної решітки. Однак, спостерігалось зміна висоти та ширини дифракційних відображень, що свідчить про спотворення кристалічної решітки та виникнення напруженого стану. Це може бути пов'язано з різницею в іонних радіусах Dy та Ag , що призводить до локальних деформацій в структурі кристалу.

Дослідження за допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM) та енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX) підтвердили, що кристали $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8:\text{Dy}$ мають однофазну морфологію. Хоча на поверхні кристалів спостерігалися деякі неоднорідності, викликані обробкою, вміст компонентів, визначений методом EPMA, добре узгоджується з початковим складом синтезованого зразка. Це свідчить про однорідний розподіл елементів в об'ємі кристалу.

Аналіз спектрів пропускання в ІЧ діапазоні показав, що довгохвильова межа прозорості кристалів $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8:\text{Dy}$ знаходиться в області 15-16 мкм. Це значення визначається початком двофонованого поглинання компоненти GeSe_2 . Легування Dy призвело до деякого зменшення коефіцієнта пропускання у всій області прозорості, що може бути пов'язано з додатковим поглинанням, викликаним розсіюванням світла на неоднорідностях, утворених скупченням заряджених домішок. Дослідження спектрального розподілу коефіцієнта поглинання дозволило визначити ширину забороненої зони кристалів $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8:\text{Dy}$. Встановлено, що легування Dy сприяє збільшенню ширини забороненої зони. Це може бути пов'язано з різницею в іонних радіусах Dy та Ag , що призводить до стиснення кристалічної решітки та зміни ступеня перекриття електронних орбіталей сусідніх атомів. Аналіз краю фундаментального поглинання показав, що він підпорядковується емпіричному правилу Урбаха. Визначено параметри правила Урбаха та їх температурну залежність. Встановлено, що енергія Урбаха збільшується зі збільшенням температури, що може бути пояснено зростанням концентрації заряджених дефектів. Дослідження показали, що легування Dy призводить до збільшення константи електрон-фононної взаємодії. Це може бути пов'язано з наявністю іонів Dy у вузлах Ag та збільшенням концентрації вакансій срібла, які, як заряджені домішки, впливають на електрон-фононну взаємодію.

Отримані результати можуть бути корисними для розробки нових ІЧ-оптичних пристроїв на основі халькогенідних кристалів. Дослідження халькогенідних кристалів, легованих рідкісноземельними елементами, є важливим напрямком сучасного матеріалознавства. Такі матеріали мають широкий спектр застосування в оптиці, оптоелектроніці та інших галузях науки і техніки. Результати даної роботи розширюють уявлення про вплив легування на оптичні властивості халькогенідних кристалів та можуть сприяти створенню нових матеріалів з заданими властивостями для використання в ІЧ-оптичних пристроях.

Зокрема, отримані дані про ширину забороненої зони та спектр пропускання кристалів $\text{AgGaGe}_3\text{Se}_8:\text{Dy}$ можуть бути використані для оптимізації параметрів лазерів, оптичних підсилювачів та інших пристроїв, що працюють в ІЧ діапазоні.