

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТЕКОЛ СИСТЕМИ $\text{GeS}_2\text{-As}_2\text{S}_3\text{-Er}_2\text{S}_3$

Кириченко М., Мирончук Г., Марчук О.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Халькогенідні стекла, леговані рідкоземельними іонами, є перспективними матеріалами для створення лазерів середнього інфрачервоного діапазону. Вони знаходять застосування в медичній хірургії, військовій техніці, лазерному радарі, моніторингу забруднення атмосфери та дистанційному зондуванні. Однією з найбільш перспективних домішок у халькогенідних стеклах є іон Ербію (Er^{3+}), оскільки він ефективно випромінює на телекомунікаційній довжині хвилі 1540 нм. Прогнозування оптичних властивостей таких стеклов лише на основі теоретичних моделей поглинання та випромінювання світла є складним завданням, тому дослідження впливу домішок Er^{3+} здійснюється експериментальними методами.

Метою роботи було дослідити спектральний розподіл коефіцієнта поглинання та генерації другої та третьої гармоніки у стеклах системи $\text{GeS}_2\text{-As}_2\text{S}_3\text{-Er}_2\text{S}_3$ при різному співвідношенні GeS_2 , As_2S_3 і Er_2S_3 .

Для оцінки ширини забороненої зони визначали спектральний розподіл коефіцієнта поглинання за допомогою дифракційного монохроматора та кремнієвого фотодіода. Вимірювання коефіцієнта поглинання здійснювали спектрофотометром у діапазоні 400-1500 нм. Дослідження генерації другої гармоніки проводили шляхом обробки зразків двома когерентними лазерними променями на основі Nd:YAG лазера (1064 нм), що сприяло поляризації середовища. Генерація третьої гармоніки вивчалася без фотоіндукованої обробки.

Встановлено, що у міру збільшення молярної частки As_2S_3 край поглинання зміщується в довгохвильову область, що спричиняє зменшення ширини забороненої зони. Це пояснюється тим, що As_2S_3 має меншу ширину забороненої зони ($E_g = 2,2$ eV), ніж GeS_2 ($E_g = 3,1$ eV).

Створення нелінійності другого порядку в стеклах відкриває можливість виробництва дешевих активних або пасивних компонентів, таких як електрооптичні модулятори або перемикачі. Це зумовлено тим, що нелінійно-оптичні явища другого порядку дозволяють ефективно керувати фазою, поляризацією та інтенсивністю світлових сигналів у компактних пристроях. Завдяки цьому можна розробляти нові покоління високошвидкісних телекомунікаційних систем, оптичних сенсорів та лазерних систем управління.

Досягнуті параметри нелінійно-оптичних ефектів третього порядку демонструють значний потенціал для застосування стеклов як матеріалів для нелінійно-оптичного перетворення ІЧ лазерних променів. Це особливо важливо для ІЧ лідарних систем (світлових далекомірів), які потребують ефективних матеріалів для генерації високих частот та покращення просторової та часової роздільної здатності. Використання таких стеклов у лазерних технологіях може значно розширити можливості дистанційного зондування та високоточних вимірювань у різних середовищах.

Співіснування фотоіндукованої генерації другої та третьої гармоніки відкриває перспективи для застосування досліджуваних стеклов в оптоелектронних пристроях, що працюють одночасно на подвоєних та потроєних частотних сигналах. Такі матеріали можуть бути використані в технологіях оптичної комунікації, нелінійного зображення, а також у квантових і фотонних обчисленнях.

Потрібно зазначити, що впродовж кількакратної ІЧ-індукованої обробки спостережувані фотоіндуковані зміни залишалися повністю зворотними. Це підтверджує їхній високий потенціал відтворення та стабільність, що є важливим чинником для практичного використання в оптичних і лазерних системах. Таким чином, досліджені стекла можуть стати основою для нових високопродуктивних фотонних компонентів з контрольованими нелінійно-оптичними характеристиками.