

УДК 539

Березовський О.Д.¹, Смирнова Н.А.², Рева В.І.³, Коротун А.В.⁴

¹ студ. гр. БК-310 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ канд. фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗБУДЖЕННЯ ПЛАЗМОННИХ РЕЗОНАНСІВ У КОНІЧНИХ МЕТАЛІЧНИХ ОСТРІВЦЯХ НА ДІЕЛЕКТРИЧНІЙ ПІДКЛАДЦІ

У зв'язку з широким практичним використанням підсиленого поверхню раманівського розсіювання (SERS) важливим є дослідження оптичних і плазмонних властивостей металічних острівців різної форми на діелектричній підкладці. Треба відмітити, що в основному теоретично та експериментально досліджувалися властивості плівок із острівцями напівсферичної [1] та еліпсоїдальної форм [2], а оптичні властивості острівців інших форм практично не досліджувалися.

Розглянемо металічний нанострівець у формі конусу висотою h та з радіусом основи R , розташований на діелектричній підкладці з проникністю $\tilde{\epsilon}_d$, а проникність оточуючого середовища дорівнює $\tilde{\epsilon}_m$. Оскільки розміри

наноконусу набагато менші за довжину світлової хвилі, то оптичні властивості досліджуваної наносистеми можна вивчати в квазістатичному наближенні, в якому співвідношення для частотних залежностей діагональних компонент тензора поляризованості наноконусу на підкладці мають вигляд:

$$\alpha_{\perp(\cdot)}(\omega) = \frac{3\kappa_{\perp(\cdot)} V \bar{\alpha}_{\perp(\cdot)}(\omega)}{\kappa_{\perp(\cdot)} - \frac{\check{n}_d - \check{n}_m}{\check{n}_d + \check{n}_m} \bar{\alpha}_{\perp(\cdot)}(\omega)}, \quad (1)$$

де $\kappa_{\perp} = 4$, $\kappa_{\parallel} = 8$, об'єм конусу $V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$, $\bar{\alpha}_{\perp(\cdot)}(\omega)$ – діагональні компоненти тензора поляризованості поодинокого металічного конусу.

Умовою збудження поверхневих плазмонних резонансів у кінцічному наноострівці в бездисипативному наближенні буде рівність нулю знаменника виразу (1). У цьому випадку отримуємо наступні вирази для частот поверхневого плазмонного резонансу

$$\omega_{sp}^{\perp(\cdot)} = \frac{\omega_p}{\sqrt{\check{n}^{\infty} + \mathcal{L}_{\perp(\cdot)} \check{n}_m}}, \quad (2)$$

де ω_p – плазмова частота; \check{n}^{∞} – внесок кристалічної ґратки в діелектричну проникність металу, а перенормовані фактори деполаризації визначається співвідношеннями

$$\mathcal{L}_{\perp(\cdot)} = \frac{(1 - \mathcal{L}_{\perp(\cdot)}) \kappa_{\perp(\cdot)} \frac{\check{n}_d - \check{n}_m}{\check{n}_d + \check{n}_m} + 1}{\kappa_{\perp(\cdot)} \mathcal{L}_{\perp(\cdot)} \frac{\check{n}_d - \check{n}_m}{\check{n}_d + \check{n}_m} - 1}. \quad (3)$$

Розмірні залежності факторів деполаризації мають вигляд

$$\mathcal{L}_{\parallel} = \frac{4 - \check{n}^2}{4 + \check{n}^2}, \quad \mathcal{L}_{\perp} = \frac{\check{n}^2}{4 + \check{n}^2}, \quad (4)$$

де аспектне відношення для конусу $\check{n} = 2R/h$.

Таким чином, одержано розмірні залежності частот поздовжнього і поперечного поверхневого плазмонного резонансу. Розрахунки показали збільшення розщеплення частот поверхневого плазмонного резонансу зі зменшенням величини аспектного відношення для кінцічного острівця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коротун, А. В. Поляризованість металеві напівсфери на діелектричній підкладці / А. В. Коротун // Український фізичний журнал. – 2022. – Т. 67. – №12. – С. 858–868.
2. Wind M.M., Bobbert P.A., Vlieger J., Bedeaux D. The polarizability of a truncated spheres and oblate spheroids on a substrate comparison with experimental results // Thin Solid Films (1988). - V. 164. – P. 57 – 62.