

Модифікація параметрів активних середовищ відбиваючих дисплеїв введенням нанорозмірних домішок

Зіновій Микитюк, Андрій Фечан, Орест Сушинський, Ольга Ясиновська, Володимир Коцун

Кафедра “Електронні прилади”, Національний університет “Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м.Львів, вул.С.Бандери, 12, E-mail: zmykytyuk@polynet.lviv.ua

As we know, the adding to the anisotropic medium the objects, the size of which are commensurable with the action radius of intermolecular forces, it leads to changes of physical parameters such composite materials.

Experimentally, the influence of dopands of semiconductive nanoparticles AlN to the electrophysical characteristics of induced cholesteric based on nematic matrix with twisted dopands are investigated. The influence of nanodopands to the pitch and dielectric properties of liquid crystal materials are found out.

Ключові слова – nanoparticles, anisotropic medium, liquid crystal materials, induced cholesteric.

I. Вступ

Холестерико-нематичні суміші є одним з найпоширеніших активних середовищ сучасних пристроїв відображення та обробки інформації. За рахунок селективного відбивання планарних шарів рідкого кристала вони широко застосовуються у відбиваючих кольорових дисплеях, а також у лазерах з розподіленим зворотним зв'язком.

Ефективність застосування ефекту ХНП в оптичних елементах визначається двома чинниками, а саме, властивостями рідкокристалічного матеріалу та конструктивними особливостями оптичних елементів. Вибір об'єктів дослідження здійснюється за сумою властивостей, найбільш відповідних конкретному призначенню пристрою.

Активне середовище пристрою в загальному випадку повинне відповідати таким основним вимогам:

- 1) висока діелектрична анізотропія, яка дає змогу реалізувати низькі напруги керування пристроєм;
- 2) висока хімічна стійкість матеріалу, яка забезпечує надійність та значний термін роботи (довготривалість).
- 3) широкий температурний діапазон існування мезофази, який забезпечує стабільну роботу пристрою.
- 4) основні фізичні властивості компонент дослідних сумішей повинні бути добре вивченими, що дає змогу створювати активні середовища оптичних елементів з наперед заданими властивостями.

Додавання наночастинок до рідкокристалічного матеріалу призводить до модифікації майже всіх фізичних властивостей рідкого кристала, викликаючи зменшення як робочої напруги, так і часу відгуку [1].

II. Об'єкти досліджень

Базовою речовиною для синтезу дослідних нематочолестеричних сумішей (НХС) було обрано нематичний рідкий кристал типу 5 СВ.

Для отримання спіральної структури у нематичний рідкий кристал додавали хіральну домішку (ХД) у

відповідних вагових концентраціях. В результаті після змішування було отримано такі суміші: 5 СВ + 1,97% ХД, 5 СВ + 3,64% ХД, 5 СВ + 5% ХД, 5 СВ + 6,04% ХД.

Для оцінювання впливу нанорозмірних частинок на параметри рідкокристалічного матеріалу у створені суміші було додано 0,25 % нанодомішки AlN (широкозонного напівпровідника).

Основною проблемою під час приготування зразків рідкокристалічних матеріалів з наночастинами є досягнення однорідності одержаної суміші. Приготування композитних матеріалів полягає у перемішуванні вихідних матеріалів в ультразвуковій ванні протягом 15 хв за потужності 50 Вт. В такий спосіб отримані матеріали 5 СВ + 1,97% ХД + нано, 5 СВ + 3,64 % ХД + нано, 5 СВ + 5% ХД + нано, 5 СВ + 6,04% ХД + нано з низьким ступенем коагуляції в шарі рідкого кристала.

Дослідження властивостей НХС проводилось на стандартних комірках типу “сандвіч” з товщиною шару рідкого кристала $d=25$ мкм при кімнатній температурі. Типові комірки склалися з двох скляних підкладок розміром 2 x 2 см, вкритих напівпрозорим електродом (ІТО електрод). Досліджувані суміші вводились у комірку під дією капілярних сил.

III. Експериментальні дані

В ході роботи проведено такі дослідження:

1. Дослідження залежності інтенсивності пропускання лазерного випромінювання від прикладеної напруги.
2. Дослідження впливу нанорозмірних домішок на величину діелектричної анізотропії.
3. Дослідження впливу нанорозмірних домішок на крок надмолекулярної спіральної структури.

Вимірювання залежності інтенсивності пропускання лазерного випромінювання, яке пройшло через комірку, від прикладеної змінної напруги, а також дослідження величини діелектричної анізотропії проводилося за методикою, описаною в [2].

Типова залежність інтенсивності пропускання лазерного випромінювання від прикладеної змінної напруги наведена на рис.1.

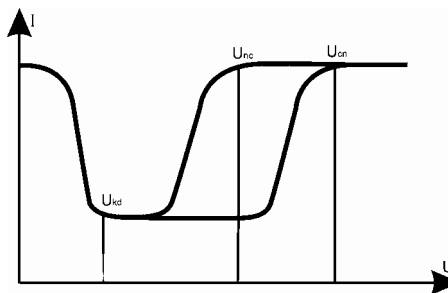


Рис. 1. Типова залежність інтенсивності пропускання лазерного випромінювання від прикладеної змінної напруги ХПК

Із отриманих залежностей оптичного пропускання визначаємо такі напруги U , а відносно них і напруженість поля E :

- 1) U_{kd} – напругу фокально-конічної деформації; $E_{kd} = U_{kd}/d$
- 2) U_{cn} – напругу прямого холестерико-нематичного переходу; $E_{cn} = U_{cn}/d$
- 3) U_{nc} – напругу зворотного нематико – холестеричного переходу; $E_{nc} = U_{nc}/d$.

Визначивши значення напругу прямого, холестерико-нематичного переходу отримуємо залежність, зображену на рис.2.

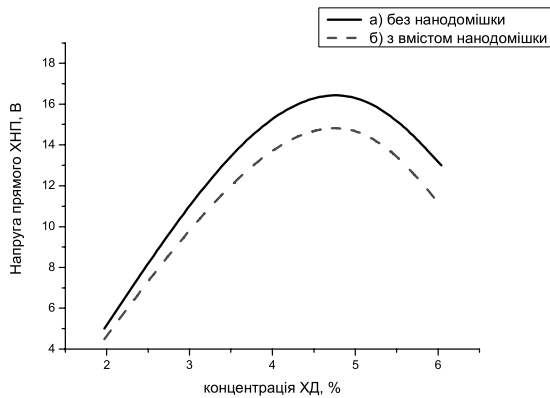


Рис. 2. Залежність напруги прямого холестерико-нематичного переходу від концентрації хіральної домішки для сумішей: а) без нанорозмірної домішки; б) з постійною концентрацією нанорозмірної домішки

Вимірювання діелектричної проникності проводилося за допомогою моста ємностей Е8-2 на частоті 1 кГц. Розрахунок проводиться за формулою:

$$\varepsilon = \frac{c \cdot d}{\varepsilon_0 \cdot S}, \quad (1)$$

де c – ємність комірки; S – площа електрода; d – товщина шару РК; ε_0 – діелектрична стала ($8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

Однорідна орієнтація РК щодо електродів комірки досягалась дією магнітного поля індукцією $B = 10$ кГс. Результати розрахунку наведені на рис.3.

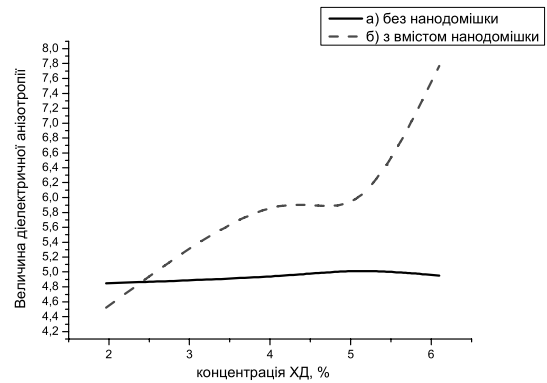


Рис. 3. Залежність величини діелектричної анізотропії від концентрації хіральної домішки для сумішей: а) без нанорозмірної домішки; б) з постійною концентрацією нанорозмірної домішки.

Висновки

Проаналізувавши вище наведені залежності можна зробити такі висновки:

1. Провівши дослідження ВКХ досліджуваних зразків (5 СВ + 1,97% ХД, 5 СВ + 3,64% ХД, 5 СВ + 5% ХД, 5 СВ + 6,04% ХД, а також суміші з ваговим вмістом нанодомішки AlN (5 СВ + 1,97% ХД + нано, 5 СВ + 3,64% ХД + нано, 5 СВ + 5% ХД + нано, 5 СВ + 6,04% ХД + нано)) можна стверджувати, що після внесення в НХС нанорозмірної домішки спостерігається зменшення порогової напруги ХНП.

2. Обрахувавши значення діелектричної анізотропії, згідно з дослідними даними, можна стверджувати, що в результаті внесення в НХС нанорозмірної домішки спостерігається зростання діелектричної анізотропії.

3. Визначивши величину кроку, можна стверджувати, що з додаванням у рідкокристалічну суміш нанорозмірної домішки спостерігається його зростання.

References

- [1] Kobayashi S., Toshima N. Nanoparticles and LCDs: It's a Surprising World // J. Information Display Vol. 23, No. 09. – 2007, - P. 26 – 33.
- [2] Study of Elastic Constants of Cholesteric-Nematic Mixtures / Z. Mykytyuk, A. Fechan, M. Shymchyshyn [та ін.] // Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2008. - Vol 493. P. 3-16