

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ФІЗИКИ

На правах рукопису

УДК 532.738:548.14

Готра Олександра Зенонівна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРООПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
НЕМАТО-ХОЛЕСТЕРИЧНИХ СУМІШЕЙ З
ІНДУКОВАНОЮ СПІРАЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ

01.04.07 - Фізика твердого тіла

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ - 1996

АВ 35.002



00753651 (R)

Розроблено в Інституті фізики Національної Академії
Наук України та на кафедрі медичної і біологічної фізики
Львівського Державного Медичного Інституту.

Наукові керівники: доктор фізико-математичних наук, професор
КУРИК Михайло Васильович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент
МИКИТЮК Зеновій Матвійович.

Офіційні опоненти: член-кореспондент НАН України,
доктор технічних наук, професор
Олексенко Павло Феоданович,
доктор фізико-математичних наук, професор
Поліщук Аркадій Петрович.

Провідна організація - Львівський Державний університет
ім. І.Франка.

Захист дисертації відбудеться "27" 06 1996р.
о 11 год. на засіданні Спеціалізованої вченої ради Д.01.96.01
при Інституті фізики НАН України (252650, МСП К-22, Київ,
пр. Науки, 46).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту
фізики НАН України.

Автореферат розісланий "25" 05 1996р.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Область використання рідкокристалічних матеріалів у пристроях відображення і обробки інформації продовжує розширюватися. Це пов'язано з тим, що рідкокристалічні пристрої мають ряд переваг над твердотільними аналогами, зокрема, низькі керуючі напруги, мала потужність споживання, технологічність, низька собівартість. Найбільш поширеними ефектами, які використовуються в рідкокристалічних пристроях відображення інформації є твіст- і супертвіст-ефекти, ефект динамічного розсіювання, електрооптичні ефекти в сегнетоелектричних смектиках. Застосування в пристроях твіст- і супертвіст-ефектів вимагає наявності поляризаційної оптики, а використання ефекту динамічного розсіювання - споживання струму.

Перспективним є використання ефекту холестерико-нематичного фазового переходу (ХНФП). Незважаючи на недоліки (такі, як низький контраст, великі часи включення і виключення, температурна нестабільність параметрів), відсутність поляризаційної оптики дозволяє більш ефективно його застосування. Вивчення електрооптичних параметрів немато-холестеричних сумішей (НХС), розробка методів прогнозування їх властивостей та побудова нових пристроїв обробки інформації є перспективним напрямком досліджень.

МЕТА РОБОТИ:

- дослідження електрооптичних параметрів НХС (нематичні матриці - суміші ціанобіфенілів і азоксисполук, оптично-активні домішки (ОАД) - члени ряду ефірів холестерину одноосновних карбонових кислот) для оптимізації параметрів НХС, для підвищення інформативної ємності пристроїв відображення інформації;

створення рідкокристалічних матеріалів з мінімальними пороговими напругами і широким діапазоном гістерезису;

- розробка нових пристроїв відображення оптичної інформації,
- дослідження оптичних та електричних властивостей струмопровідних прозорих плівок SnO_2 , легованих кадмієм, для електродів рідкокристалічних пристроїв і розробка технології їх одержання.

НАУКОВА НОВИЗНА. Показано, що в сумішах на основі сильно- та слабополярних рідких кристалів з домішками, які індукують холестеричну спіраль, при зростанні концентрації сильнополярного компонента густина пакування молекул зростає, внаслідок чого утворюється більш досконала структура.

Встановлено, що існує певний інтервал концентрації холестеричної домішки в нематичній матриці, в межах якого константи пружності K_{22} та K_{33} не залежать від концентрації оптично-активної домішки, причому константи пружності немато-холестеричних сумішей не рівні константам пружності нематичних матриць.

Показано, що введення ефірів холестерину в нематичну матрицю приводить до їх деспіралізації, внаслідок чого напруги критичних полів прямого та зворотнього холестерико-нематичного фазових переходів є нижчими для сумішей на основі нематичних матриць з домішками вищих членів гомологічного ряду ефірів холестерину.

Встановлено, що гістерезисні властивості холестерико-нематичного фазового переходу та температурна стабільність цих властивостей визначаються структурною впорядкованістю суміші та характером змін впорядкованості з температурою.

Вперше досліджені закономірності зміни структури, електрооптичних властивостей плівок SnO_2 при легуванні їх кадмієм

та встановлено зв'язок з параметрами осадження.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РОБОТИ. Отримані експериментальні результати дослідження електрооптичних параметрів НХС та їх теоретичне обґрунтування дозволяють прогнозувати електрооптичні параметри НХС з метою створення рідкокристалічних матеріалів з оптимальними електрооптичними параметрами НХС, стабільними у широкому інтервалі температур, для пристроїв відображення інформації, що працюють на ефекті ХНСП.

Розроблені нові типи аналогових індикаторних пристроїв.

Розроблено новий спосіб отримання струмопровідних прозорих плівок методом пульверизації, шляхом попереднього перетворення компонентів пульверизуючого розчину в пару і подачі його з допомогою газу-носія в зону осадження, що забезпечує можливості керування процесом з допомогою збільшення чи зменшення дози легування, одержання шарів з високим значенням прозорості та провідності. Розроблена технологія створення контактів для рідкокристалічних індикаторів методом хімічного нікелювання.

ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ.

1. Залежності досконалості структури немато-холестеричних сумішей від вмісту сильнополярного компонента і структури домішки, яка індукує холестеричну спіраль.

2. Залежність констант пружності немато-холестеричних сумішей від роду та концентрації оптично-активної домішки.

3. Залежність критичних напруг фазових переходів і гістерезисних властивостей від характеру структурного впорядкування сумішей.

4. Нові аналогові рідкокристалічні пристрої відображення інформації та технологія прозорих плівок SnO_2 , легованих кадмієм.

ВНЕСОК АВТОРА У ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ. Теоретичні та практичні дослідження, наведені в даній роботі, виконані автором особисто, або при його безпосередній участі. Автором виявлені умови створення досконалої структури НХС. Показано лінійність концентраційних залежностей оберненого кроку та критичних напруг фазових переходів при концентрації ОАД до 1ваг.%. Проведено кореляцію електрооптичних характеристик зі структурами НХС згідно висновків та положень, які виносяться на захист. Розроблена математична модель диполя рідкого кристалу при дії електричного поля. Розроблені базові конструкції і технологія аналогових рідкокристалічних пристроїв відображення інформації. Автором запропоновано метод створення електродів SnO_2 , легованих Cd . Разом з доц.Микитюком З.М. і Фечаном А.В. розроблені методики дослідження параметрів НХС.

АПРОВАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ. Основні результати роботи були подані на Європейській конференції з рідких кристалів (Швейцарія, Флімс, 1993р.), 15-тій Міжнародній конференції з рідких кристалів (Угорщина, Будапешт, 1994р.), конференції "Використання електромагнетизму в передовій техніці та технології" (Польща, Ланцут, 1994р.), Міжнародній школі-конференції "Передові дисплейні технології" (Україна, Львів, 1994р.), 18-тій конференції Міжнародного товариства з гібридної мікроелектроніки (Польща, Варшава, 1994р.), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 150-річчю від дня народження Івана Пулюя (Україна, Львів, 1995р.).

ПУБЛІКАЦІЇ. На тему дисертаційної роботи опубліковано 14 праць.

СТРУКТУРА ТА ОБ'ЄМ РОБОТИ. Дисертація складається зі вступу, чотирьох глав, висновків. Вона містить 102 сторінки машинопису, 70 рисунків, 7 таблиць, список літератури з 89 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ.

У ВСТУПІ обгрунтована актуальність теми, вказано мету, сформульовані наукова новизна, практична цінність роботи і положення, які виносяться на захист. Коротко викладено зміст дисертації.

ПЕРША ГЛАВА має оглядово-аналітичний характер. У ній наведено температурно-концентраційні залежності параметрів холестеричних систем, а саме кроку спіралі, констант пружності Франка. Розглянуто фізику холестерико-нематичного фазового переходу, залежність порогових полів холестерико-нематичного фазового переходу і відносної величини петлі гістерезису від параметрів холестеричних систем. Наведені дані про динаміку холестерико-нематичного фазового переходу, залежності часових параметрів холестерико-нематичного фазового переходу від параметрів рідкокристалічного матеріалу, температури.

На основі аналізу літератури виявлено, що температурну залежність кроку спіралі холестеричних систем в основному визначають хіральність, ангармонізм обертових коливань, гальмування обертання молекул навколо коротких осей. У немато-холестеричних сумішах температурна залежність кроку спіралі найкраще описується з допомогою моделі Лисецького. Для немато-холестеричних сумішей зміна кроку спіралі з температурою $dp/dT > 0$ при малих концентраціях ОАД у НХС, $dp/dT < 0$ при великих концентраціях ОАД у НХС. Залежність оберненого кроку спіралі НХС від концентрації домішки є лінійною при малих концентраціях ОАД, але не встановлено інтервал концентрації ОАД у НХС в якому лінійність не порушується.

Поблизу фазового переходу холестерик-сметтик спостерігаються

аномалії у температурних залежностях, зумовлені зростанням ролі флукутацій смектичного параметра порядку. Величини констант пружності K_{22} , K_{33} НХС з малою концентрацією ОАД від концентрації ОАД не залежать. Однак, не встановлено інтервал концентрацій, у якому залежність кроку індукованої спіралі від концентрації ОАД у НХС є лінійною та константи пружності K_{22} , K_{33} не залежать від концентрації ОАД у НХС.

Розглянуті різні теоретичні моделі, які задовільно описують енергії станів і переходів в холестерико-нематичних сумішах. Недоліком цих моделей є неврахування граничних умов, які впливають на величини енергій при $d/p_0 < 1$ (d - товщина шару рідкокристалічного матеріалу). Тому найбільш прийнятною для опису холестерико-нематичного фазового переходу є модель, у якій вводяться вільні поверхневі енергії в основні рівняння вільної енергії для різних станів. Відносна величина гістерезисної петлі залежить від відношення d/p_0 , γ ($\gamma = (K_{22}/K_{33})^{1/2}$), величини густини поверхневої енергії у різних станах та не залежить від анізотропії діелектричної проникності. У літературі не виявлено факторів, що визначають максимальну та до мінімальну величини петлі гістерезису, факторів, що впливають на температурну стабільність гістерезисних властивостей ХНМП.

Часові параметри ХНМП залежать від величини керуючої напруги, відношення d/p_0 , γ , діелектричної анізотропії та в'язкості рідкокристалічного матеріалу. Температурна залежність часових параметрів ХНМП в основному визначається температурною залежністю в'язкості. Однак не виявлено, як впливає структура нематичних матриць НХС на часові параметри.

У ДРУГІЙ ГЛАВІ наведено обґрунтування вибору об'єктів досліджень - немато-холестеричних сумішей, методика їх

приготування і дослідження.

Матеріали для створення немато-холестеричних сумішей були вибрані, виходячи з таких міркувань:

- а) РК-матеріали повинні мати фізичні параметри, перспективні для практичного використання;
- б) широкий температурний інтервал існування мезофази;
- в) низька в'язкість;
- г) додатня електрична анізотропія $\Delta\epsilon > 0$;
- д) нематичні матриці повинні утворювати ряд, в якому хімічна структура залишається сталою, $\Delta\epsilon$ і ступінь структурної порядкованості змінюються.

Матеріали для створення нематичних матриць були вибрані з перспективних хімічних сполук: слабополярних азоксисполук з порівняно низькою в'язкістю і сильнополярних ціанобіфенілів з високим значенням $\Delta\epsilon$. Нематичні матеріали були створені шляхом змішування хімічних сполук цих двох груп. Вихідними матеріалами були РК-440, РК-609, які серійно випускаються. РК-440 характеризується низьким значенням в'язкості, широким температурним інтервалом існування мезофази і $\Delta\epsilon < 0$. РК-609 характеризується високим значенням $\Delta\epsilon > 0$ і в'язкості.

Отже, для дослідження були отримані наступні нематичні матриці:

- НРК-1 - РК-609 (10 ваг.%) + РК-440 (90 ваг.%) ;
- НРК-3 - РК-609 (30 ваг.%) + РК-440 (70 ваг.%) .

Як ОАД були вибрані члени ряду ефірів холестерину одноосновних карбонових кислот : холестерилпропіонат (X10), холестерилмірістат (X15).

Дослідження електрооптичних параметрів немато-холестеричних сумішей проводили у комірках типу "сандвіч", які заповнювали

використовуючи поєднання вакуумних і безвакуумних принципів заповнення, що підвищило якість заповнення.

Константи пружності K_{22} , K_{33} немато-холестеричних сумішей отримували за розробленою методикою визначення констант пружності за даними електрооптичних вимірювань параметрів холестерико-нематичного фазового переходу. Константи пружності K_{22} , K_{33} можна визначити, побудувавши концентраційну залежність порогової напруги холестерико-нематичного фазового переходу у вигляді:

$$\frac{U_{cn}^2}{d} = f\left(\frac{d}{p_0^2}\right).$$

Наведені установки для дослідження електрооптичних параметрів немато-холестеричних сумішей: напруг фазових і текстурного переходів, часових параметрів діелектричної анізотропії у широкому інтервалі температур. Описані методики дослідження електрооптичних параметрів немато-холестеричних сумішей.

У ТРЕТІЙ ГЛАВІ наведені та проаналізовані результати досліджень діелектричної анізотропії, кроку індукованої спіралі, констант пружності, порогових напруг, діапазону петлі гістерезису, часових параметрів для немато-холестеричних сумішей різного процентного складу нематичних матриць і з різними оптично-активними домішками.

На основі отриманих ІЧ-спектрів пропускання проведено аналіз структури НХС. Більш досконала структура характерна для НХС з більшою концентрацією сильнополярного компонента у нематичних матрицях, з більшою концентрацією ОАД у НХС, з ОАД вищих членів гомологічного ряду ефірів холестерину.

Малі проценти ОАД у НХС до певної критичної величини не змінюють лінійного характеру залежності величини $1/\rho_0$ від концентрації і залежності величин констант пружності K_{22} , K_{33} від концентрації. Нами встановлено, що для НХС на основі нематичних матриць, що є сумішами ціанобіфенілів з азоксисполуками, величина ОАД (члени ряду ефірів холестерину одноосновних карбонових кислот) повинна бути до 1.0 ваг.%, що є критичною для даних нематичних матриць (НРК-1, НРК-3).

Величина діелектричної анізотропії НХС з концентрацією ОАД у суміші, не вище критичної (до 1.0 ваг. %), є рівною величині діелектричної анізотропії нематичної матриці, на основі якої створена НХС.

Для нематичних матриць з вищим вмістом сильнополярного компонента (НРК-3) величина діелектричної анізотропії $\Delta\epsilon$ більша.

Залежність констант K_{22} і K_{33} від процентного складу нематичних матриць і від ОАД пояснюється саме залежністю констант K_{22} і K_{33} від поздовжніх кореляційних довжин, тобто від досконалості РК-структури. Чим досконаліша РК-структура, тим вище значення величин K_{22} і K_{33} .

НХС з однаковою ОАД, але різними матрицями мають вищі значення K_{22} і K_{33} для НХС на основі матриці з вищим процентним вмістом сильнополярного компонента (ціанобіфеніла).

Для нематичних матриць з малим вмістом сильнополярного компонента (НРК-1) константи пружності K_{22} , K_{33} практично не залежать від виду ОАД.

Для нематичних матриць з вищим вмістом сильнополярного компонента (НРК-3) константи пружності K_{22} , K_{33} суттєво змінюються з температурою, причому зміна виду ОАД веде до зміни характеру залежності констант пружності від температури.

НХС з домішкою вищих гомологів ряду (X15) мають нижчі значення K_{22} , K_{33} , ніж з домішкою нижчих гомологів ряду (X10) при кімнатній температурі.

Зміна процентного вмісту ОАД (якщо вміст ОАД до 1 ваг.%) практично не впливає на величини K_{22} , K_{33} .

Температурна залежність напруг прямого холестерико-нематичного U_{cn} , зворотнього нематико-холестеричного U_{nc} і текстурного $U_{c,c}$ переходів має лінійний характер (рис. 1,2). Проаналізовано температурні залежності U_{cn} , U_{nc} , $U_{c,c}$ для досліджуваних НХС. Для НХС з більш досконалою структурою напруги є нижчі.

Досліджено температурні залежності відносної величини петлі гістерезису δU для НХС на основі нематичних матриць різного процентного вмісту і з різним ОАД (різного процентного вмісту) (рис. 3). Відносна величина петлі гістерезису δU залежить від концентрації ОАД: змінюючи концентрацію ОАД у НХС можна змінити величину δU . Існує оптимальна концентрація ОАД, при якій величина δU має максимальне значення. Зі зростанням температури відносна величина петлі гістерезису δU зменшується.

Показано залежності часових параметрів від концентрації сильнополярного компонента у нематичній матриці і від температури.

При даній температурі час включення є більший, ніж час виключення для матриць з нижчим вмістом сильнополярного компонента (20 ваг. % РК-609), а для матриць з вищим вмістом сильнополярного компонента (80 ваг. % РК-609) час включення є меншим, ніж час виключення. При зростанні температури часи пропускання, наростання і запізнення зменшуються.

У ЧЕТВЕРТІЙ ГЛАВІ наведені розроблені нами аналогові

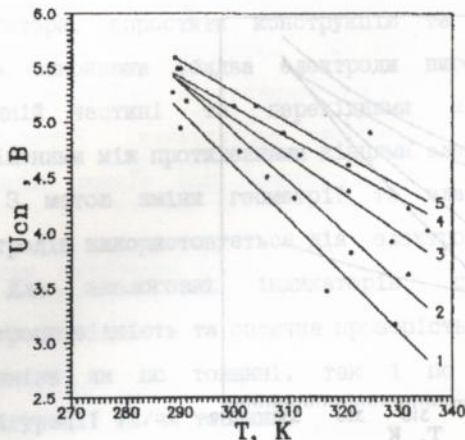


Рис.1. Температурні залежності напруги U_{cn} для НХС на основі нематичної матриці НРК-3 з домішкою Х15 з концентраціями: 1 - 0.2 ваг.%; 2 - 0.4 ваг.%; 3 - 0.6 ваг.%; 4 - 0.8 ваг.%; 5 - 1.0 ваг.%.
 0.4 ваг.%; 0.6 ваг.%; 0.8 ваг.%; 1.0 ваг.%;

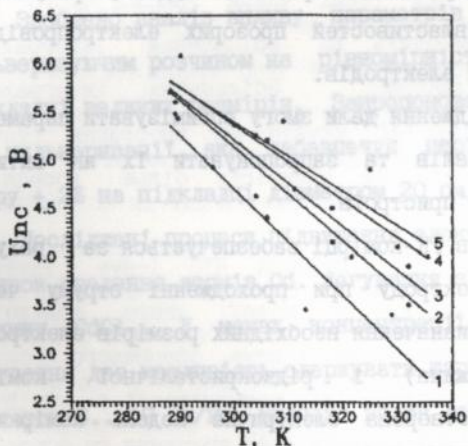


Рис.2. Температурні залежності напруги U_{nc} для НХС на основі нематичної матриці НРК-3 з домішкою Х15 з концентраціями: 1 - 0.2 ваг.%; 2 - 0.4 ваг.%; 3 - 0.6 ваг.%; 4 - 0.8 ваг.%; 5 - 1.0 ваг.%.
 0.4 ваг.%; 0.6 ваг.%; 0.8 ваг.%; 1.0 ваг.%;

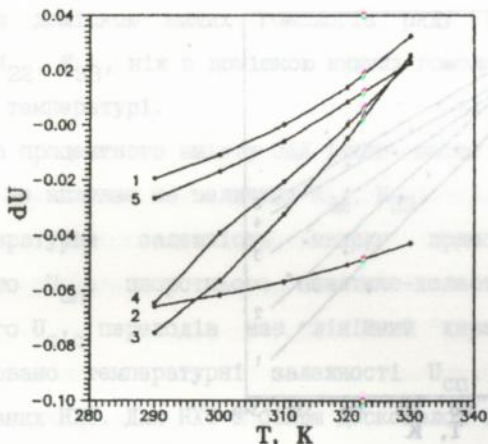


Рис.3. Температурні залежності відносної величини петлі гістерезису ΔU для НХС на основі нематичної матриці НРК-3 з домішкою Х15 з концентраціями: 1 - 0.2 ваг.%; 2 - 0.4 ваг.%; 3 - 0.6 ваг.%; 4 - 0.8 ваг.%; 5 - 1.0 ваг.%.
(рис. 3). Відносна величина петлі гістерезису ΔU залежить

пристрої відображення інформації, зокрема їх будова, результати одержання і дослідження властивостей прозорих електропровідних плівок на основі SnO_2 для електродів.

Проведені нами дослідження дали змогу оптимізувати параметри рідкокристалічних матеріалів та запропонувати їх як активні речовини розроблених нами пристроїв.

Аналогова індикація в РК-комірці забезпечується за рахунок зміни напруги вздовж електроду при проходженні струму через матеріал електроду. Для визначення необхідних розмірів електродів (ширина, товщина, довжина) і рідкокристалічної комірки (міжелектродна відстань) створена електрична модель комірки. Змінюючи товщину електродів, можна змінювати масштаб шкали. Зміна конфігурації впливає на лінійність шкали.

Поліпшити функціональні можливості рідкокристалічного

індикатора, спростити конструкцію та технологію виготовлення можна, виконавши обидва електроди високоомними з виводами у середній частині та перехідними електричними контактами, розміщеними між протилежними кінцями електродів.

З метою зміни геометрії та властивостей тонкоплівкових електродів використовується дія електроіскрового розряду.

Для аналогових індикаторів суттєве значення має електропровідність та оптична прозорість електродів та можливість її зміни як по товщині, так і по довжині шляхом зміни конфігурації та/чи товщини.

Запропоновано спосіб одержання електропровідних прозорих плівок при піролітичному розпаді $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ шляхом попереднього перетворення компонентів пульверизуючого розчину в пару і подачі його з допомогою газу-носія у зону осадження, що дає можливість керування процесом з допомогою збільшення або зменшення дози легування різних домішок.

Зроблено аналіз впливу параметрів повітряного струменя з пульверизуючим розчином на рівномірність розподілу покриття на підкладці великих розмірів. Запропонована конструкція форсунки для пульверизації, яка забезпечує нерівномірність поверхневого опору $\pm 2\%$ на підкладці діаметром 20 см.

Досліджені процеси підвищення електропровідності плівок за рахунок введення атомів Cd. Легування здійснювалося зі спиртового розчину CdCl_2 . У межах концентрації домішки 8...16 ваг.% легування дає можливість одержувати шари з пропусканням вище 85 % і опором 8...10 Ом/кв. Вивчено вплив легуючої домішки на оптичні властивості плівок. Збільшення концентрації CdCl_2 більше 16 ваг.% приводить до зменшення прозорості, що пов'язується зі залежністю проходження гетерогенних реакцій з температурою осадження.

Вивчені електрофізичні властивості плівок. Електричні параметри плівок системи $\text{SnO}_2:\text{Cd}$ визначаються складом і температурою осадження. Збільшення температури осадження плівок (більше 873 К) веде до покращення пропускання. Встановлено зв'язок між питомим опором і пропусканням для різних випадків легування плівок.

Розроблено технологічний процес створення контактів методом хімічного нікелювання.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ РОБОТИ.

1. Проведений аналіз ІЧ-спектрів поглинання НХС на основі сильно- і слабополярних компонентів, що свідчить про вплив складу нематичних матриць і ОАД на структурну впорядкованість НХС. Збільшення концентрації сильнополярного компонента у нематичних матрицях, збільшення концентрації ОАД (члени ряду ефірів холестерину), зміна типу ОАД (вищі члени гомологічного ряду ефірів холестерину) приводять до збільшення інтегральної інтенсивності смуг поглинання. Збільшення інтегральної інтенсивності смуг поглинання НХС вказує на зростання густини пакування молекул, а, отже, на наявність більш досконалої структури.

2. Показано, що для досліджуваних НХС існує інтервал концентрацій ОАД до 1 ваг.%, у межах якого залежність електрооптичних параметрів матеріалу, а саме, оберненого кроку і критичних напруг фазових переходів, від концентрації є лінійною. У межах цих концентрацій мікроскопічна сила кручення та константи пружності K_{22} , K_{33} не залежать від концентрації тому, що введення ефірів холестерину в нематичну матрицю не приводить до зміни

структури НХС. Константи пружності K_{22} , K_{33} НХС не рівні константам пружності K_{22} , K_{33} відповідних матриць.

3. Показано, що для всіх досліджуваних НХС вищі гомологи ряду (X15) індукують у нематичній матриці спіраль з більшим кроком, ніж домішки нижніх членів ряду (X10). Враховуючи, що нижні члени ряду мають більший власний крок, ніж верхні члени, можна зробити висновок про деспіралізацію ефірів холестерину в НХС.

4. Внаслідок деспіралізації ефірів холестерину в НХС напруги прямого холестерико-нематичного U_{cn} і зворотнього немато-холестеричного U_{nc} фазових переходів при фіксованій температурі для різних нематичних матриць і однакової ОАД напруги є нижчі для матриці з більш досконалою структурою. Для однієї і тієї ж нематичної матриці та різних ефірів холестерину напруги є вищі для нижчих гомологів ряду (X10). Крутизна температурних залежностей напруг фазових переходів є більша для НХС на основі нематичних матриць з більшим вмістом сильнополярного компонента, що пояснюється характером зміни структурної впорядкованості з температурою.

5. Встановлено, що відносна величина петлі гістерезису δU визначається як типом нематичної матриці, так і типом ОАД. Для НХС на основі більш структурно досконалої матриці і однієї і тієї ж ОАД величина δU є менша. Проведені дослідження температурної залежності величини δU показали, що для досягнення температурної стабільності величини δU необхідно використовувати матриці зі слабвпорядкованою структурою, що слабо змінюється з температурою. Для отримання стабільних величин δU необхідно використовувати як ОАД вищі члени гомологічного ряду ефірів холестерину.

ЛНБ ім. В. Стефанька
АН України

6. Розроблено метод одержання струмопровідних прозорих плівок при піролітичному розпаді $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ на основі SnO_2 шляхом попереднього перетворення компонентів пульверизуючого розчину в пару і подачі його з допомогою газоносія в зону осадження, що дає можливість здійснювати високу гомогенність змішаних розчинів і препарування плівок в аерозольних колонах постійної густини. Визначені оптимальні режими проведення цих процесів.

7. Виявлена закономірність підвищення електропровідності і прозорості плівок у видимій області спектру при додаванні у пульверизуючий розчин на основі $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ до 16 ваг.% CdCl_2 . Легування в межах 8...16 ваг.% CdCl_2 дає можливість одержувати шари з пропусканням вище 85% і опором більше 8 Ом.

8. Встановлено зв'язок між питомим опором і пропусканням в залежності від ступеня легування плівок кадмієм, який дозволяє оцінювати досконалість прозорих плівок SnO_2 . Залежність питомого поверхневого опору і пропускання виражається через залежність стехіометрії та мікроструктури плівок від товщини плівок.

9. На основі проведених досліджень і аналізу результатів створені матеріали та аналогові індикаторні пристрої на їх основі, які забезпечують індикацію при пороговій напрузі 5В для немато-холестеричного переходу при швидкодії менше 90 мс. Роздільча здатність аналогових індикаторів забезпечується конструктивними параметрами пристрою та може задаватися на рівні 0.2В.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У НАСТУПНИХ РОБОТАХ:

1. Mikityuk Z., Nevmerzhytska O., Zaremba P., Vistak M. Temperature dependence of field hysteresis loop nematic-cholesteric mixtures // Mol.Cryst. Liq.Cryst. -1996.

- V.275. -P.3-14.
2. Mikityuk Z., Fechan A., Nevmerzhytska O., Vistak M. The field hysteresis of the cholesteric-nematic transition of the phase // Liquid Cryst. Materials, Devices and Applications. SPIE. 1993. -V.1988. -P.211-222
3. Чабан В., Невмержицька О. Математичне моделювання електромеханічних процесів у рідких кристалах. // Вісті українських інженерів (Ukraining Engineering News). США, Нью-Йорк. -1994. -N 1/3 (187). -Vol.XLX. -с.18-19.
4. Готра З.Ю., Лозинский Ю.Т., Кузькин А.П., Готра А.З., Мартынова Д.А. Способ подгонки тонкопленочных элементов // Авторское свидетельство N1254944. Заявка N3742418, 16 февр. 1984 г. Зарегистрировано 1 мая 1986 г.
5. Микитюк З.М., Невмержицька О.З., Мурахович А., Фечан А.В. Флукуаційні смектичні моди в холестериках з індукованою спіральною структурою. // Функціональні матеріали. -1995. -Т.2. -N3. -с.377-380.
6. Невмержицька О.З., Тимчишин М.В. Електричні і оптичні властивості плівок SnO₂, легованих кадмієм і фтором, осаджених із парової фази // Депоновано в ГНТБ України 30.08.94. No.1805-Ук94. -14с.
7. Микитюк З.М., Невмержицька О.З., Фечан А.В. Модифікація рідкокристалічних матеріалів для немато-холестеричного переходу в пристроях обробки інформації // Матеріали доповідей міжнародної школи-конференції "Передові дисплейні технології". Україна, Львів. 28 серпня - 4 вересня 1994. -С.99.
8. Курик М.В., Микитюк З.М., Невмержицька О.З. Рідкокристалічні матеріали для дисплеїв з використанням бістабільності характеристик холестерико-нематичного фазового переходу //

Матеріали доповідей міжнародної школи-конференції. "Передові дисплейні технології". Україна, Львів. 28 серпня - 4 вересня 1994. -с.177.

9. Tchaban V., Nevmerzhytska O. Mathematical model of liquid crystal // Conf. Electromagnetics use in advanced techniques and technologies. Poland, Lancut. 30 May - 1 June, -1994. -p.25.

10. Готра З.Ю., Невмержицька О.З., Петрів О.Р. Аналоговий рідкокристалічний індикатор // Заявка на винахід України N 94128069. 19.12.94.

11. Яворський Б.М., Петрів О.В., Невмержицька О.З. Аналоговий рідкокристалічний індикатор // Заявка на винахід України N 95083700. 7.08.95.

12. Голяка Р.Л., Гладун М.Р., Каліта В., Невмержицька О.З. Принципи побудови енергонезалежних сенсорних пристроїв на рідкокристалічних індикаторах // Матеріали доповідей Міжнародної школи-конференції "Передові дисплейні технології". Україна, Львів. -1994. -с.149.

13. Gotra Z., Kalita W., Golyaka R., Nevmerzhytska O. Energy independent microelectronic thermometer based on liquid crystal indicator // Proceedings of the 18-th ISHM. Poland, Warsaw.-1994. -с.129-133.

14. Павлишин О.В., Невмержицька О.З., Голяка Р.Л., Готра З.Ю. Термоконтролер РК - індикатора // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції, присвяченої 150-річчю від дня народження видатного українського фізика і електротехніка Івана Пулюя. Україна, Львів. -1995. -с.264-265.

Kotly

Gotra O.Z. Investigation of electrooptical parameters of nematic-cholesteric mixtures with induced helical structure.

Thesis applied for Ph.D. in Physics and Mathematics on speciality 01.04.07 - Solid State Physics. Institute of Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 1996.

Helical pitch, dielectric anisotropy, elastic constants, voltage of phase transitions, hysteresis loop, contrast, speed response of nematic-cholesteric mixtures (NCM) of strong- and weakpolar liquid crystals were investigated. Range of concentration of cholesteric additive in which elastic constants of NCM do not depend on concentration of additive and are not equal with elastic constants of nematic matrices is determined. The opportunity of control of direct and inverse cholesteric-nematic phase transition (CNPT) is shown. Hysteresis properties of CNPT are determined by structure order of NCM and it's changes with temperature. Analogue displays are constructed. Electrooptical properties of SnO_2 films doped by cadmium are investigated.

Готра А.З. Исследование электрооптических параметров немато-холестерических смесей с индуцированной спиральной структурой.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика твердого тела. Институт физики, Национальная Академия Наук Украины, Киев, 1996.

Исследованы шаг спирали, диэлектрическая анизотропия, константы упругости, напряжение фазовых переходов, петля гистерезиса, контраст, быстродействие немато-холестерических смесей (НХС) сильно- и слабополярных жидких кристаллов. Установлен интервал концентраций холестерической добавки, в котором константы упругости НХС не зависят от концентрации добавки и не равны константам упругости нематических матриц. Показана возможность управления напряжениями прямого и обратного холестерико-нематического фазовых переходов (ХНФП). Структурная упорядоченность НХС и ее изменения с температурой определяют гистерезисные свойства ХНФП. Разработаны аналоговые устройства отображения информации; исследованы электрооптические свойства пленок SnO_2 , легированных кадмием.

Ключові слова: електрооптика, рідкий кристал, немато-холестеричні суміші, холестерико-нематичний фазовий перехід, польовий гістерезис, аналоговий рідкокристалічний індикатор.

Друк офсетний. Папір офсетний.
Тираж 100 прим. Зам. №
Друк ТзОВ «Простір-М»

436595

AB 35.002