



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 83863

(13) C2

(51) МПК (2006)

G02F 1/13

G09G 5/00

C09K 19/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД(54) СПОСІБ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ХОЛЕСТЕРИЧНОМУ РІДКОКРИСТАЛІЧНОМУ ДИСПЛЕЙ
ТА РІДКОКРИСТАЛІЧНИЙ ДИСПЛЕЙ

1

(21) а200604053

(22) 12.04.2006

(24) 26.08.2008

(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.

(72) КОЗАЧЕНКО АНДРІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ, UA,
КОМІТОВ ЛАЧЕЗАР, ВАЛЮХ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ,
UA, ТИТАРЕНКО ПАВЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA,
ВАЛЮХ ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА, UA

(73) КОЗАЧЕНКО АНДРІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ, UA

(56) RU 2141683 C1, 20.11.1999

WO 2004/008228 A2, 22.01.2004

US 6630982 B2, 07.10.2003

WO 02/082174 A1, 17.10.2002

US 6025899, 15.02.2000

US 6300929 B1, 09.10.2001

JP 2003215641, 30.07.2003

JP 60252326, 13.12.1985

JP 2000267107, 29.09.2000

US 5437811, 01.08.1995

(57) 1. Спосіб відображення інформації на холестеричному рідкокристалічному дисплеї, за яким до сендвіч-структури рідкокристалічного дисплея, що складається з верхньої і нижньої обкладинок, на внутрішні сторони яких нанесено прозорі електроди, і розміщеного між ними шару холестеричного рідкого кристала з позитивною діелектричною анізотропією прикладають керуюче електричне поле, який **відрізняється** тим, що в холестеричному рідкому кристалі попередньо створюють полідоменну плоску текстуру Гранжана з просторовими розмірами доменів, які забезпечують виникнення діелектричної нестабільності при наявності керуючого електричного поля.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що полідоменну плоску текстуру Гранжана створюють шляхом утворення рельєфу поверхні, що межує з шаром рідкого кристала.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що полідоменну плоску текстуру Гранжана створюють шляхом утворення неоднорідного розподілу орієнтації директора поблизу поверхні, що межує з шаром рідкого кристала.

2

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що неоднорідний розподіл орієнтації директора створюють за рахунок створення неоднорідного розподілу переважної осі легкої орієнтації директора на поверхні, що межує з шаром рідкого кристала.

5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що неоднорідний розподіл переважної осі легкої орієнтації директора на поверхні створюють шляхом механічного натирання різних ділянок поверхні в різних напрямках.

6. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що неоднорідний розподіл переважної осі легкої орієнтації директора створюють шляхом фотоорієнтації.

7. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що неоднорідний розподіл орієнтації директора створюють прикладенням до приповерхневого шару рідкого кристала неоднорідним електричним полем.

8. Рідкокристалічний дисплей, що складається із верхньої і нижньої обкладинок та розміщеного між ними шару холестеричного рідкого кристала з позитивною діелектричною анізотропією, причому на внутрішній стороні принаймні однієї з обкладинок нанесено прозорий електрод і шар орієнтанту рідкого кристала, який **відрізняється** тим, що принаймні на одній із поверхонь з прозорим електродом створено регулярні неоднорідності, які забезпечують поділ рідкокристалічного шару на мікроскопічні домени заданого розміру з гомогенною планарною орієнтацією і відмінним напрямком орієнтації директора в сусідніх доменах.

9. Рідкокристалічний дисплей за п. 8, який **відрізняється** тим, що регулярні неоднорідності є рельєфом з тонкого шару матеріалу заданої товщини і топографії.

10. Рідкокристалічний дисплей за п. 8, який **відрізняється** тим, що регулярні неоднорідності є областями з відмінними напрямками переважної осі легкої орієнтації директора.

11. Рідкокристалічний дисплей за будь-яким з пп. 8-10, який **відрізняється** тим, що напрямки орієнтації директора на поверхні в сусідніх доменах є переважно взаємноортогональні.

(13) C2

(11) 83863

(19) UA

Винахід стосується рідкокристалічних засобів відображення інформації, а саме хіральноматичних рідкокристалічних дисплеїв із селективним відбиттям світла керованих за допомогою електричного поля.

В основі більшості способів відображення інформації на холестеричних рідкокристалічних дисплеях лежить керування холестеричною текстурою рідких кристалів завдяки індукованому електричним полем переходу Фредерікса.

Серед рідкокристалічних дисплеїв, в яких використовується керований перехід Фредерікса, за принципом стабілізації холестеричної текстури відомі такі, що містять холестеричну текстуру з полімерною стабілізацією (їх прийнято позначати аббревіатурою PSCT) та такі, що містять холестеричну текстуру з поверхневою стабілізацією (їх прийнято позначати аббревіатурою SSCT). Обидва типи приладів можуть працювати як в режимі "на розсіювання" світла [Doane J.W., Yang D-K., L-C Chen, Liquid Crystalline Light Modulating Device and Material. // US Pat.5,437,811 (1995)], так і в режимі "на відбиття" [Doane J.W., Yang D-K., Method and apparatus for electronic switching of a reflexive color display. // US Pat.5,251,048 (1993)]. В режимі "на розсіювання" оптичний контраст досягається між прозорою планарною текстурою і розсіюючою конфокальною текстурою. Для досягнення мінімально прийнятного контрасту робоча товщина шару холестеричного рідкого кристалу має бути в межах 10-30мкм, що спричиняє високі робочі напруги. З іншого боку, холестеричні рідкокристалічні дисплеї, що працюють в режимі "на відбиття", можуть працювати з набагато меншими робочими товщинами шару холестеричного рідкого кристалу, яка залежить від декількох параметрів, головним з яких є крок холестеричної спіралі. Так, для холестеричного рідкого кристалу з малим кроком спіралі, що має максимум брегівського відбиття у видимій частині спектру, оптимальна робоча товщина коливається в межах 4-6мкм для кроку холестеричної спіралі 0,27-0,45мкм. Однак у холестеричному рідкому кристалі критична напруга переходу Фредерікса має тенденцію до зростання пропорційно до зменшення кроку спіралі та збільшення товщини шару рідкого кристалу. Оскільки крок спіралі холестеричних рідких кристалів для досягнення селективного відбиття світла в видимій ділянці спектру має бути на субмікронному рівні, а товщина шару холестеричних рідких кристалів має залишатися в 10-20 разів більшою за крок спіралі для забезпечення достатньої інтенсивності відбитого світла, то напруги можуть сягати значних величин, які часто знаходяться на межі діелектричного пробоя. Це дуже ускладнює сумісність цього типу електрооптичних ефектів в холестеричних рідких кристалах з існуючою елементною базою мікроелектронних пристроїв керування (драйверів), оскільки альтернативний пошук більш досконалих рідкокристалічних матеріалів уявляється ще важчим. Вищезгадані проблеми примушують зосередити увагу на альтернативних електрооптичних ефектах у холестеричних рідких кристалах з малим кроком спіралі.

З літератури відомий альтернативний метод керування оптичними властивостями планарної текстури холестеричних рідких кристалів, в якому оптичний контраст досягається маніпуляцією кутових характеристик селективного розсіювання рівноважної плоскої текстури Гранжана і деформованої планарної текстури, що виникає внаслідок польової (безструмової) діелектричної нестійкості [Kozachenko A.G., Valyukh S., Sorokin V. and Nazarenko V.G. Pattern formation and instability of cholesteric texture in an electric field. // Functional Materials - 2000. - vol.7, #4(1) - pp.727-731]. В основі методу лежить просторова деформація директора холестеричного рідкого кристалу і поділ монодоменої плоскої текстури Гранжана на численні домени внаслідок виникнення діелектричної нестійкості холестеричного рідкого кристалу під дією електричного поля. Вперше це явище було детально досліджено Хельфріхом (Helfrich) і на прикладі холестеричних рідких кристалів з великим кроком спіралі показано, що діелектрична нестійкість спричиняє періодичну деформацію директора холестеричного рідкого кристалу, що можливо пов'язано з наявністю анізотропії електропровідності в рідкому кристалі. Було також виявлено, що даний тип деформації виникає в холестеричному рідкому кристалі з позитивною діелектричною анізотропією і має набагато менші критичні поля ніж індукований полем фазовий перехід Фредерікса. Пізніше Юро (Hurault) одержав теоретичний вираз для критичного поля виникнення діелектричної нестійкості з урахуванням впливу граничних умов на крок спіралі і показав її осцилюючий характер при переході від однієї зони Гранжана до іншої. Для довільного співвідношення між товщиною рідкокристалічного шару d і кроком P_0 рівноважної холестеричної спіралі та кроком P індукованої холестеричної спіралі вираз для величини критичного поля, при якому виникає діелектрична нестабільність має вигляд:

$$U_C^2 = \frac{8\pi^2}{\Delta\epsilon} \left[(6K_{22}K_{33})^{1/2} + 4K_{22} \left(\frac{d}{P} - \frac{d}{P_0} \right) \right] \frac{d}{P}$$

де $\Delta\epsilon$ - діелектрична анізотропія рідкого кристалу, K_{33} і K_{22} - модулі пружності деформації поздовжнього згину та кручення, відповідно.

Подібна залежність деформації директора була пізніше підтверджена і в холестеричних рідкокристалічних системах з малим кроком спіралі, але вона мала більш складний характер, оскільки, на практиці доводилося додатково враховувати внутрішній тиск і залишкову деформацію в межах однієї зони Гранжана пов'язану з варіацією товщини шару рідкого кристала. Теоретичні та експериментальні залежності порогового поля діелектричної нестабільності показані на Фіг.1а та Фіг.1б, відповідно. Таким чином, постає проблема рівномірності оптичного відгуку відповідно до керуючої напруги в межах всього інформаційного поля дисплея, що потребує адекватних шляхів її вирішення.

Як відомо з фізики рідких кристалів, дві сусідні зони Гранжана відрізняються кутом закрутки директора на величину π . При цьому зміна кута закрутки має стрибкоподібний характер, що і спричиняє

стрибоподібну осциляцію електрооптичного відгук неідеальної рідкокристалічної комірки. Також відомо, що в основі фізичного процесу поділу на зони Гранжана лежить нестійкість деформованої холестеричної спіралі по відношенню до рівноважної. Нестійкість виникає, коли деформація кута закрутки холестеричної спіралі сягає критичних значень, в межах яких існує зона Гранжана, а саме $\pm\pi/2$ по відношенню до рівноважної спіралі. Сусідні зони Гранжана відокремлені одна від іншої дисклінаційними лініями, які не вносять суттєвого вкладу в електрооптичний відгук внаслідок їх малої геометричної площі. В реальних комірках з холестеричним рідким кристалом з плоскою текстурою Гранжана розподіл дисклінаційних ліній відповідає картині розподілу варіації товщини шару рідкого кристалу, і, таким чином, електрооптичний відгук елементів зображення є модульований розподілом товщини. Отже, сумарна картина зображення є суперпозицією цих двох факторів. Цілком логічним в цій ситуації міг би бути вибір робочої точки в межах однієї зони Гранжана, але ця ідея може спрацювати лише в холестеричних рідких кристалах з великим кроком спіралі, для яких варіація товщини рідкокристалічного шару не є суттєво критичним фактором, але це лежить поза межами технологічних можливостей. Дійсно, для холестеричних рідкокристалічних систем із селективним відбиттям в червоній області видимого спектру крок спіралі становить приблизно 0,4мкм, тобто межі існування однієї зони Гранжана становлять приблизно 0,2мкм, а допуск на товщину рідкокристалічного шару має бути не більше ніж ± 100 нм при умові точного співпадання середньої товщини комірки з добутком рівноважного кроку спіралі на номер заданої зони Гранжана. Для холестеричних рідких кристалів із селективним відбиттям у синій області видимого спектру світла ці умови стають ще більш жорсткими. На жаль, технологічні можливості для забезпечення вищезгаданих умов на сьогоднішній день дуже обмежені, і тенденції їх швидкого поліпшення є дещо непевні.

Іншим можливим шляхом вирішення проблеми могло б бути створення нееквівалентних граничних умов з гібридною орієнтацією молекул рідкого кристалу на поверхнях. Такий тип орієнтації отримав назву гомеопланарних граничних умов оскільки на одній поверхні створюються планарні граничні умови, тоді як на іншій - гомеотропні. Відомо, що в такій системі встановлюється рівноважний крок спіралі по всій поверхні, а поділ на зони Гранжана відсутній. Але в гомеопланарних системах критичне поле виникнення діелектричної нестабільності практично співпадає з критичним полем виникнення конфокальної деформації. Крім того, процеси релаксації в гомеопланарних системах набагато повільніші за процеси релаксації в їх гомогенно-планарних аналогах.

Запропонований нижче підхід принципово відрізняється від вищезгаданих шляхів вирішення проблеми. Припустимо, що ми маємо холестеричну рідкокристалічну систему з кількома зонами Гранжана і діелектрична нестабільність виникла на площі, яка становить лише певну частину зони Гранжана, що є менше цілої. Тобто зона Гранжана буде виглядати поділеною на дві частини: в одній

частині буде мати місце кутове селективне розсіювання, а в іншій - ні. Якщо поступово зменшувати лінійні розміри зони Гранжана, то при досягненні певного мінімуму, що корелює з роздільною здатністю людського ока, для людини-спостерігача картина буде виглядати однорідною. Модуляція по площі перетвориться в модуляцію за інтенсивністю, величина якої буде прямо пропорційна площі доменів з кутовим селективним розсіюванням. Отже, штучне розбиття плоскої текстури Гранжана на домени малої площі нівелює ефект варіації товщини холестеричного рідкокристалічного шару.

У загальному випадку полідоменна плоска текстура Гранжана формується шляхом варіації обертаючого момента закрутки холестеричної спіралі. Як зазначалося раніше, варіація товщини холестеричного рідкокристалічного шару призводить до варіації обертаючого момента закрутки директора плоскої текстури Гранжана. Найпростіший спосіб задати варіації товщини холестеричного рідкокристалічного шару полягає у створенні відповідного рельєфу на поверхні однієї з обкладинок рідкокристалічної комірки, що межує з рідкокристалічним шаром. Рельєф може мати довільну квазіперіодичну форму з висотою (глибиною), що дорівнює приблизно чверті величини рівноважного кроку спіралі холестеричного рідкого кристалу. На Фіг.2а показано структуру рідкокристалічного пристрою відображення інформації з однією рельєфною поверхнею, наприклад, такою, як зображено на Фіг.2б. Пристрій складається з двох скляних обкладинок 111 та 121, на внутрішні сторони яких нанесено тонкий прозорий шар напівпровідника (наприклад, діоксиду олова SnO_2 або оксиду індія In_2O_3) 112 та 122, власне рельєфного шару тонкого органічного напівпровідникового матеріалу (наприклад поліетилendioксітіофен PEDOT) 124, шару органічного орієнтанту рідких кристалів з переважною віссю легкої орієнтації (наприклад, поліімід з механічним натиранням) 113 та 123, а також шару холестеричного рідкого кристалу 101 з малим кроком спіралі і позитивною діелектричною анізотропією, обмеженого верхньою і нижньою обкладинками. Оскільки система працює в режимі "на відбиття", нижня обкладинка 121 може бути зроблена із світлопоглинаючого матеріалу, або на одну із її сторін може бути нанесений шар світлопоглинаючого матеріалу 125 як показано на Фіг.2а. Особливістю конструкції вищезгаданого пристрою відображення інформації є застосування тонкого шару з органічного напівпровідникового матеріалу для створення рельєфної поверхні 124. Цілком зрозуміло, що рельєф має складатися з окремих ізольованих один від одного острівців (Фіг.2б), а фактор електропровідності не є критичним у даному випадку. В принципі, напівпровідниковий матеріал може бути замінений навіть на діелектричний матеріал, але тоді доведеться враховувати діелектричні втрати на рельєфі та їх вплив на електрооптичний відгук. Також відомо, що діелектрикам з високою діелектричною проникливістю, що можуть бути застосовані для мінімізації діелектричних втрат, як правило, властивий ефект гістерезису.

Інший спосіб створення полідоменних холестеричних рідкокристалічних структур зі змінним

закручуючим моментом у сусідніх доменах може бути здійснений на основі орієнтаційних ефектів. Суть методу полягає в тому, що на поверхні орієнтанту, принаймні, однієї із скляних обкладинок холестеричної рідкокристалічної системи штучно створюють неоднорідний розподіл переважної осі легкої орієнтації директора. На Фіг.3а показано структуру пристрою відображення інформації на холестеричному рідкому кристалі, який має фрагментовану структуру нижньої обкладинки, показану на Фіг.3б. Пристрій має традиційну сендвіч-структуру, що складається з двох прозорих скляних обкладинок 211 та 221, на внутрішні сторони яких нанесено тонкий прозорий шар напівпровідника 212 та 222, орієнтуючого шару з планарною орієнтацією директора 213 та 223, що має неперервну переважну вісь легкої орієнтації (наприклад поліімід з механічним натиранням) на одній поверхні 213 і фрагментовану планарну орієнтацію із заданою картиною розподілу директора на іншій поверхні 223, і, власне, шару холестеричного рідкого кристалу 201 з малим кроком спіралі і позитивною діелектричною анізотропією, обмеженого верхньою і нижньою обкладинками. Світлопоглинаючий шар 225 також може бути використано у випадку, якщо нижня обкладинка з електродом зроблені із прозорого матеріалу. Слід детально зупинитися на принциповій відмінності запропонованого пристрою від традиційних сендвіч-структур на холестеричних рідких кристалах. На перший погляд для мінімізації осциляцій електрооптичного відгуку можна було б використати систему, в якій одна із обкладинок мала б чітко виражену вісь легкої орієнтації директора, а інша мала б розподіл директора з виродженою планарною орієнтацією. Ця гібридно-планарна система суттєво відрізняється від гомеопланарної системи і має оптичні властивості, що детально описані в [Kolomzarov Yu., Kozachenko A., Lev B., Nazarenko V., Sorokin V. Some peculiarities of angular selective reflection of cholesteric liquid crystals in an electric field. // Jpn. J. Appl. Phys. - 1999. - v.38, #2A- pp. 814-817].

Таким чином, на поверхні другої обкладинки необхідно створити орієнтаційні умови на основі макроскопічних доменів з гомогенною планарною орієнтацією і відмінним напрямком орієнтації директора в сусідніх доменах. Мінімальний розмір доменів залежить від товщини комірки і рівноважного кроку спіралі. У загальному випадку розмір доменів визначається виходячи із розмірів елементарної комірки двовимірної деформації, і має бути, принаймні, більшим за період деформації $T_C = 2\pi/k$ (k -хвильовий вектор деформації), що визначається за формулою:

$$T_C^2 = \left(\frac{3 K_{33}}{2 K_{22}} \right)^{1/2} P \cdot d$$

де d - товщина шару рідкого кристалу, P - крок спіралі, K_{33} і K_{22} - модулі пружності деформації позовжнього згину та кручення відповідно.

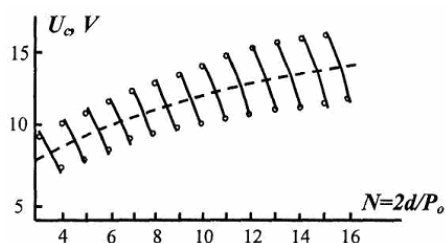
Максимальний розмір доменів залежить від роздільної здатності ока в конкретних умовах експлуатації! рідкокристалічного дисплею, але оптимальні значення лежать у межах 5-30мкм для товщини комірки 7-15мкм і кроку спіралі 0,3-0,4мкм.

На сьогодні існує кілька методів створення просторової картини індукованого розподілу директора на поверхні орієнтуючого шару. Перший метод - послідовне механічне натирання поверхні в комбінації з масочним методом (наприклад, фотолітографії). Зміна орієнтації директора тут формується шляхом зміни напрямку натирання для закритих маскою ділянок поверхні. У простішому випадку для функціонування приладу достатньо створити полідоменну структуру з ортогональним розподілом доменів в сусідніх зонах як показано на Фіг.3б, тобто кут закрутки в сусідніх доменах має відрізнятися на величину $\pm\pi/2$. Неортогональна система розподілу доменів, так само як і більш складний розподіл доменів, теж є цілком придатними. Інший метод створення просторової картини орієнтації - безконтактний за допомогою фотоорієнтації. Цей метод має ширші можливості, особливо для створення складної карти орієнтації директора на поверхні, в тому числі і створення неперервної зміни директора на поверхні за певним законом, наприклад, так званої косинусної ґратки, в якій напрямок легкої орієнтації змінюється за законом косинуса. Критерії оптимізації періоду такої ґратки є більш складними, тому що значення хвильового вектора деформації невідомо достовірно.

Оскільки технологія фотоорієнтації все ще знаходиться у стадії вдосконалення, і досить обмежено застосовується в серійному виробництві рідкокристалічних приладів, запропонований нижче метод примусового поділу на домени може виявитися дуже корисним з точки зору використання існуючих технологічних можливостей.

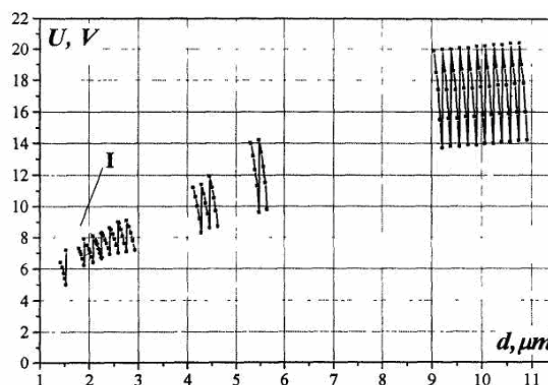
В основі методу лежить індукована реорієнтація директора за допомогою електричного поля в приповерхневому шарі рідкого кристалу із спеціальною системою гребінчастих електродів, що розташовані в одній площині. Вперше така система була запропонована і досліджена для нематичних рідких кристалів і отримала назву In-Plane Switching (IPS). Дещо пізніше мали місце зусилля застосувати цю ідею до холестеричних рідких кристалів, у тому числі і з малим кроком спіралі. В цьому сенсі варто згадати [міжнародну заявку на патент фірми Мінолта WO02/082174], що пропонує чотирьохелектродну систему з двома традиційними електродами сендвіч-системи, як також двома іншими електродами гребінчастого типу, що розташовані між плоскими електродами. В такій системі можна керувати переходами між планарною і конфокальною текстурами без допоміжного переходу Фредерікса. Іншим прикладом застосування гребінчастої системи електродів є пристрій відображення інформації на холестеричному рідкому кристалі, запропонований фірмою Моторола [US 6.630.982, WO2004/008228]. У загальному випадку прилад має класичну систему гребінчастих електродів, що розташовані щонайменше на одній із внутрішніх обкладинок сендвіч-системи. Електрооптичні властивості такої комірки є досить складні, оскільки автори використали явище проникнення в об'єм електричного поля, що прикладене до електродів, а також явище зміни діелектричної анізотропії деяких типів холестеричних рідких кристалів під дією височастотного електричного поля. Від-

тоді стає можливим керувати довжиною хвилі селективного відбиття шляхом зміни кроку холестеричної спіралі. За рахунок того, що міжелектродна відстань в системі гребінчастих електродів більша за товщину комірки при досить великих напруженнях електричного поля можливо здійснити квазіконфокальний перехід до текстури, що має оптичні властивості близькі до конфокальної текстури холестеричних рідких кристалів. Слід зазначити, що керуючі напруги для запропонованого пристрою є навіть вищими за індукований електричним полем перехід Фредерікса. Щодо самих вищезгаданих приладів, то запропонована в них конфігурація гребінчастих електродів не передбачає поділу на доменну систему взагалі. З іншого боку, в цих приладах використані електрооптичні ефекти, що не мають відношення до нижче запропонованого пристрою відображення інформації, який показано в деталях на Фіг.4а і який складається з двох скляних обкладинок 311 та 321, на внутрішню сторону однієї з яких нанесено тонкий прозорий шар напівпровідника (наприклад, діоксиду олова SnO_2 або оксиду індія In_2O_3) 312, тоді як на внутрішній стороні іншої створена гребінчаста система електродів спеціальної конфігурації 322. Кілька варіантів можливих конфігурацій електродів показано на Фіг.4б. Далі поверх електродів наносять шар органічного орієнтанту рідких кристалів із заданим напрямком переважної осі легкої орієнтації (наприклад, полімід з механічним натиранням) 313 і 323) і шар холестеричного рідкого кристалу 301 з позитивною діелектричною анізотропією і малим кроком спіралі поміщають між верхньою і нижньою обкладками. Для системи, що працює в режимі на відбиття, нижня обкладка може бути зроблена із світлопоглинаючого матеріалу, або на одну із її сторін може бути нанесений шар світлопоглинаючого матеріалу 325.



Фіг.1а

Принцип роботи приладу заснований на виникненні діелектричної нестабільності і одночасно на примусовому поділі на окремі домени з ортогональною орієнтацією директора в площині під дією електричного поля, що прикладене до групи гребінчастих електродів спеціальної конфігурації. Конструктивна особливість електродів має враховувати той факт, що електричне поле, що спричиняє примусову реорієнтацію директора не повинно проникати глибоко в об'єм і має концентруватись здебільшого у приповерхневому шарі. Тобто, міжелектродна відстань повинна бути набагато меншою за товщину шару холестеричного рідкого кристалу. У відсутності зовнішнього поля планарна орієнтація директора холестеричного рідкого кристалу має гомогенний характер. Для перемикання із одного оптичного стану в інший необхідно одночасно прикласти до заданої групи гребінчастих електродів напругу U_1 , а також створити між електродами на верхній і нижній обкладці пристрою напругу U_2 величини, достатньої для виникнення діелектричної нестабільності. Для мінімізації ефекту електролітичної дисоціації холестеричного рідкого кристалу необхідно рознести частоти керуючих полів як показано на Фіг.4б, наприклад, обрати частоту керуючої напруги U_1 вдвічі більшою за частоту керуючої напруги U_2 . На окрему увагу заслуговує топологія гребінчастих електродів. Деякі з топографічних варіантів гребінчастих електродів представлені на Фіг.4б. Конструктивно така топографія електродів передбачає поділ на систему доменів з ортогональною орієнтацією директора в сусідніх доменах. Більш складний розподіл орієнтації директора наприклад, поділ на неортогональну систему доменів, або систему доменів змішаного типу, може бути забезпечений відповідною топографією електродів на поверхні підкладки, наприклад поділ на неортогональну систему доменів, або систему доменів змішаного типу.

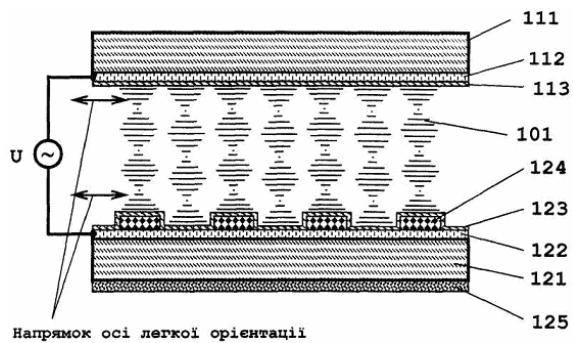


Фіг.1б

11

83863

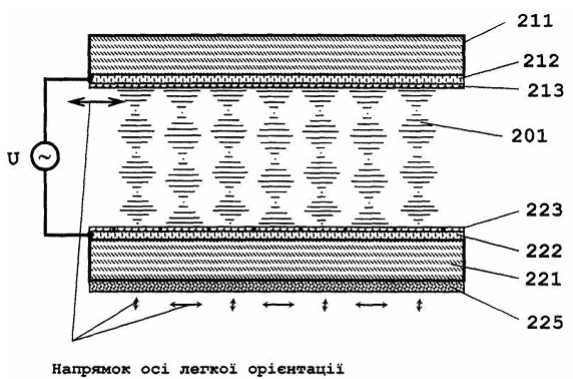
12



Фіг.2а



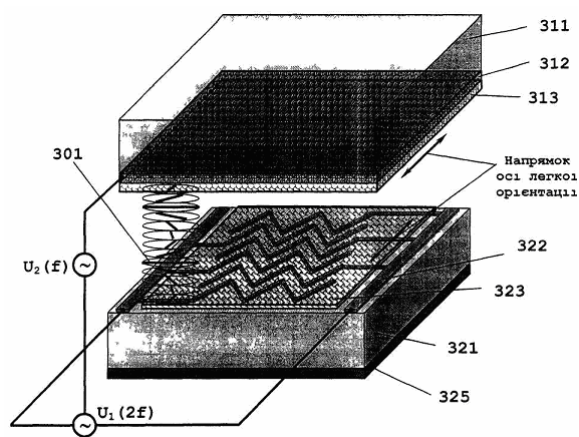
Фіг.2б



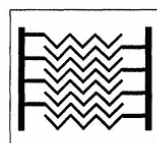
Фіг.3а



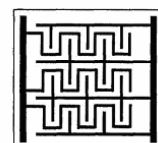
Фіг.3б



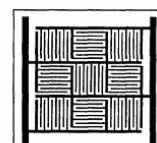
Фіг.4а



Напрямок осі легкої орієнтації



Напрямок осі легкої орієнтації



Напрямок осі легкої орієнтації

Фіг.4б