



УКРАЇНА

(19) UA (11) 4125 (13) U

(51) 7 G02F001/1333, G02F001/141,
G02F001/1339МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РІДКОКРИСТАЛІЧНИЙ ДИСПЛЕЙ

1

(21) 2004010324

(22) 15.01.2004

(24) 17.01.2005

(46) 17.01.2005, Бюл. № 1, 2005 р.

(72) Бучнев Олександр Степанович, Резніков Юрій
Олександрович, Решетняк Віктор Юрійович, Те-
рещенко Олександр Григорович(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ "ВІССОН ЮКРЕЙН ТЕХНОЛОДЖИС"(57) 1. Рідкокристалічний дисплей, який склада-
ється з двох гнучких полімерних підкладок, простір
між якими заповнено рідким кристалом, на внутрі-
шні поверхні яких нанесені електроди, і на одній з
підкладок знаходяться зафіксовані на ній спейсери
каліброваного розміру, а підкладки з'єднані і загер-
метизовані по їхньому контуру за допомогою
клею, який відрізняється тим, що еластичне по-
довження клею відповідає умові $\Delta L \geq \frac{\pi n}{180^\circ} d$, де d - товщина рідкого кристала, n - кут згортання дис-
плея.2. Рідкокристалічний дисплей за п. 1, який відріз-
няється тим, що електрод на одній з підкладок
виконаний з непрозорого провідного матеріалу.

2

3. Рідкокристалічний дисплей за п. 1, який відріз-
няється тим, що одна з підкладок виконана з не-
прозорого полімерного матеріалу.4. Рідкокристалічний дисплей за п. 1, який відріз-
няється тим, що на поверхні щонайменше однієї з
підкладок знаходиться полімерний шар, на якому
закріплені спейсери, що задають товщину дисп-
лея.5. Рідкокристалічний дисплей за п. 4, який відріз-
няється тим, що спейсери виконано з каліброва-
них сферичних чи циліндричних часток.6. Рідкокристалічний дисплей за п. 4, який відріз-
няється тим, що спейсери виконано з рівномірно і
паралельно розташованих ребер чи рівномірно
розподілених стовпчиків каліброваної висоти, фі-
зично і хімічно інкорпорованих в одну з підкладок.7. Рідкокристалічний дисплей за п. 1, який відріз-
няється тим, що як рідкий кристал вибраний хо-
лестеричний рідкий кристал.8. Рідкокристалічний дисплей за п. 1, який відріз-
няється тим, що як рідкий кристал вибраний не-
матичний рідкий кристал, а на зовнішні поверхні
підкладок нанесені плівкові поляризатори.

Корисна модель відноситься до області фізи-
ки, зокрема фізики рідких кристалів (РК), і може
бути використаний у промисловості рідкокристалі-
чних дисплеїв для портативних та кишенькових
комп'ютерів, мобільних телефонів, а також як вмо-
нтований елемент одягу, друкарської продукції
і т. ін.

Рідкокристалічні дисплеї широко відомі і за-
стосовуються в багатьох областях науки і техніки
завдяки своїй компактності, малій вазі і мінімально-
му споживанню електроенергії.

Відомо пристрої [1], які являють собою дві
скляні підкладки з рідким кристалом, що знахо-
диться між ними. На внутрішніх поверхнях підкла-
док нанесена структура провідних прозорих елект-
родів і шар, що орієнтує РК. У ряді випадків на
зовнішніх поверхнях підкладок нанесені полімерні
поляризатори, а електродна структура містить

активні елементи. Відстань між підкладками, тобто
товщина шару РК, задається спейсерами калібро-
ваного розміру, а самі підкладки герметично скле-
єні між собою по контуру. Прикладання електрич-
них сигналів до структури електродів приводить до
зміни пропускання або відбивання світла РК дисп-
лея і формуванню оптичного зображення.

Використання скляних підкладок істотно об-
межує подальше розширення областей застосу-
вання РК дисплеїв, оскільки скло є дорогим, важ-
ким, механічно крихким матеріалом, що практично
не деформується. У той же час для сучасних мобі-
льних телефонів, кишенькових комп'ютерів, смарт-
карт і т.п. потрібні дешеві, легкі РК дисплеї, здатні
витримувати несподівані механічні навантаження і
вигини. Сучасні РК дисплеї повинні також мати
можливість легко згинатися і скручуватися. Ці ви-
моги привели до розробки РК дисплеїв з полімер-

(13) U

(11) 4125

(19) UA

ними підкладками [2-3]. Товщина типових полімерних РК дисплеїв складає більш ніж 200 μm , спейсери прикріплені до обох підкладок, а самі підкладки склеєні і загерметизовані маловластичним клеєм. При вигині в таких пристроях виникають великі механічні деформації, що навіть при невеликих вигинах можуть привести до розгерметизації і навіть розламу всієї конструкції. Тому існуючі полімерні РК дисплеї не допускають істотних вигинів (максимальний радіус вигину дисплея - 4-6 см), і можлива кількість вигинів невелика (кілька сотень).

Найбільш близьким по технічному втіленню пристроєм РК дисплея (прототипом) є пристрій відповідно до корисної моделі [4]. Такий РК дисплей складається з двох гнучких органічних полімерних плівок, простір між якими заповнено РК. На внутрішні поверхні підкладок нанесені прозорі електроди. Полімерні підкладки можуть бути замінені тонкими скляними підкладками. Циліндричні чи сферичні спейсери, що задають товщину РК дисплея, однорідно розподілені між підкладками і іммобілізовані полімерними шарами, що нанесені на внутрішні поверхні підкладок та служать для орієнтації РК. Підкладки з'єднані і загерметизовані за допомогою клею по їхньому контуру. При вигині такого пристрою максимальні механічні напрути зосереджені в місці склейки по контуру підкладок. В результаті, навіть при невеликих вигинах такий РК дисплей легко розламується по краях і стає непридатним до використання.

Задачею корисної моделі є створення полімерного РК дисплея, здатного багаторазово згинатися і згортатися без втрати своїх електро-оптичних і механічних властивостей.

Задача вирішується тим, що РК дисплей складається з двох гнучких полімерних підкладок, простір між якими заповнено РК, а на внутрішні поверхні підкладок нанесені електроди, причому матеріал електродів прозорий щонайменше на одній з підкладок. Внутрішні підкладки з електродами можуть бути покриті захисною і орієнтуючою РК плівкою. У випадку використання нематичного РК чи смектичного РК, на зовнішні поверхні підкладок нанесені шари оптичних поляризаторів. Спейсери, що задають товщину РК дисплея, сформовані і зафіксовані на одній з підкладок. Вони можуть являти собою калібровані сферичні чи циліндричні частинки, зафіксовані на плівці, що орієнтує. Спейсери можуть також являти собою рівномірно і паралельно розташовані ребра чи рівномірно розподілені колонки каліброваної висоти, фізично і хімічно інкорпоровані в одну з підкладок. Підкладки з'єднані і загерметизовані по їхньому контуру за допомогою клею, еластичне подовження якого вибирається згідно виразу $\Delta L \geq \frac{\pi n}{180^\circ} d$, де d - товщина шару РК, n - кут згортання дисплея.

Пояснюють корисну модель ілюстрації.

Фіг.1. Поперечний переріз у вихідному (а) і скрученому стані (б) РК дисплея з холестеричним РК відповідно до пропонованої корисної моделі.

Фіг.2. Поперечний переріз у вихідному (а) і скрученому стані (б) РК дисплея з нематичним РК

відповідно до пропонованої корисної моделі.

Корисна модель описується нижче разом із прикладеними фігурами 1-2. Фіг.1-А представляє поперечний переріз РК дисплея. На внутрішні поверхні полімерних підкладок 1 і 2, виконаних з матеріалу поліетилентерефталат (PET) товщиною 50 μm , нанесені електроди 3-4. Ці електроди нанесені за допомогою вакуумного напилювання. Електрод 3 є прозорим і виконаний із плівки ІТО ($\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$) товщиною менше 100 нм. У випадку РК дисплея, який працює на пропускання світла, електрод 4 також прозорий і виконаний з того ж матеріалу, що й електрод 3. У випадку РК дисплея, який працює на відбивання світла, електрод 4 виконаний з поглинаючого чорного матеріалу, наприклад, Cr, товщиною менше 100 нм. Зверху на електрод 4 за допомогою центрифуги нанесено шар фотополімеру NOA-65 (Norland Products Inc.), 5, що містить рівномірно розподілені сферичні спейсери (Sekisui Fine Chemicals Division, Sekisui Chemical Co., Ltd.) 6 діаметром 4.5 μm . Спейсери механічно закріплені на підкладці шаром фотополімеру після отвердіння ультрафіолетовим опроміненням. РК дисплей заповнений холестеричним рідким кристалом 7, BL126 (Merck) і загерметизований по периметру підкладок за допомогою плівки еластичного клею DP610 (3M), 8 шириною $L_0 = 0.5 \text{ mm}$ і відносним еластичним подовженням, $\Delta L / L_0 > 3$.

У початковому стані (Фіг.1А) дисплей є плоским. При згортанні дисплея (Фіг.1Б) внутрішні поверхні підкладок 1-2 з нанесеними на них структурами 3-6 зміщуються одна відносно одної в напрямку дотичної в кожній точці поверхні. При цьому відстань між підкладками (товщина шару РК рівна діаметру спейсерів 6) практично не змінюється, а подовжнє зміщення між точками, що спочатку знаходяться навпроти одна одної, лінійно збільшується із збільшенням їхньої відстані щодо геометричного центра підкладок. Максимальне зміщення між підкладками досягається на краях

підкладок і дорівнює $\Delta x_{\text{max}} = \frac{\pi n}{180^\circ} d$, d - товщина

шару РК (наприклад, при згортанні дисплея в трубку $\Delta x_{\text{max}} = 2\pi d$). Одночасно з відносним зміщенням підкладок, вигин і згортання дисплея приводять до еластичного розтягу плівки герметизуючого клею 8 на величину не більшу Δx_{max} .

Розтяг герметизуючої плівки при вигині і згортанні дисплея усуває механічні напрути на краях підкладок, що приводять до ушкоджень РК-дисплея при використанні конструкцій, реалізованих у винаходах-аналогах і прототипі. При поверненні дисплея в плоский стан підкладки повертаються у вихідне положення завдяки виконанню

умови $\Delta x_{\text{max}} = \frac{\pi n}{180^\circ} d$. Зображення в запропоно-

ваному дисплеї може записуватися і перезаписуватися як у згорнутому, так і розгорнутому стані завдяки електро-оптичному ефекту в холестеричному РК за допомогою послідовності електричних імпульсів, що підводять до електродів [5,6]. Опи-

саний РК дисплей дозволяє більш ніж 1000 циклів згортання в трубку ($n = 360^\circ$) без втрати своїх механічних і електро-оптичних властивостей

У випадку використання нематичного РК дисплей містить також полімерні поляризаційні плівки 9, 10, нанесені на зовнішні поверхні підкладок. Замість спейсерів на основі сферичних чи циліндричних часток можуть бути також використані мікропрофільовані полімерні підкладки [7]. Потрібно також мати на увазі, що втілення запропонованого винаходу не обмежується приведеним вище описом. Так наприклад, у якості РК може бути використаний смектичний рідкий кристал, ферроелектричний і ферронематичний суспензії, обидві підкладки можуть бути мікропрофільованими, і т.д. Крім того, приведені в описі матеріали і їхні характеристики можуть бути змінені. Наприклад, товщина полімерних підкладок може змінюватися в межах (25-75 μm). Матеріалом підкладок може бути полікарбонат, поліефірсульфон і ін. В якості еластичного

еластичного клею можуть бути використані різні клеї на основі поліуретану, полісилікону та ін.

Джерела інформації

1 B Bahadur, Ed., Liquid Crystal - Application and Uses, Volume 1, World Scientific (1990)

2 J DelPico, K-Ch Chang, G D Sharp Information Display, 16/7, 2000, 28-30

3 E Lueder, R Buerkle, M Muecke, R Klette, R Bunz, T Kalfass Journal of the SID, III, 1999, 29-35

4 US patent 4,705,360 Nov 10, 1987 Liquid crystal display cell and method for manufacturing thereof

5 E Lueder, Liquid Crystal Displays Addressing Schemes & Electro-Optical Effects, Wiley, New-York, 2001

6 Sh-T Wu, D-K Yang, Reflective Liquid Crystal Displays, Wiley, New-York, 2001

7 US patent 5,268,782 Dec 7, 1993 Mikro-ridged, polymeric liquid crystal display substrate and display device



