

Рідкокристалічні екрани

Сьогодні монітори відійшли від ери кінескопів та електронно променевих трубок (ЕПТ), на зміну їм в масах набули популярності рідкокристалічні екрани (LCD – liquid crystal display). В порівнянні з ЕПТ рідкокристалічні екрани займають на 60% менше простору та є на 70% легшими, виділяють менше тепла при цьому споживаючи вдвоє меншу потужність, не виділяють електромагнітні поля та є не чутливими до них, саме ці переваги рідкокристалічних екранів зумовили їх поширення у найрізноманітніших сферах. Термін рідкі кристали (РК) означає агрегатний стан, який займає проміжне положення між кристалічною речовиною та аморфною рідиною. Як правило речовина в такому стані є сильно анізотропною в деяких із своїх властивостей, але при цьому має певну ступінь текучості, яка в деяких випадках може порівнюватись з текучістю звичайної рідини. Тому за структурою РК являють собою в'язкі рідини, які складаються із молекул витягнутої форми, що певним чином впорядковані у всьому об'ємі цієї рідини. При зростанні температури ця впорядкованість зменшується, тому рідкокристалічна фаза характеризується деяким діапазоном температур (декілька десятків градусів) при яких зберігається впорядкованість молекул.

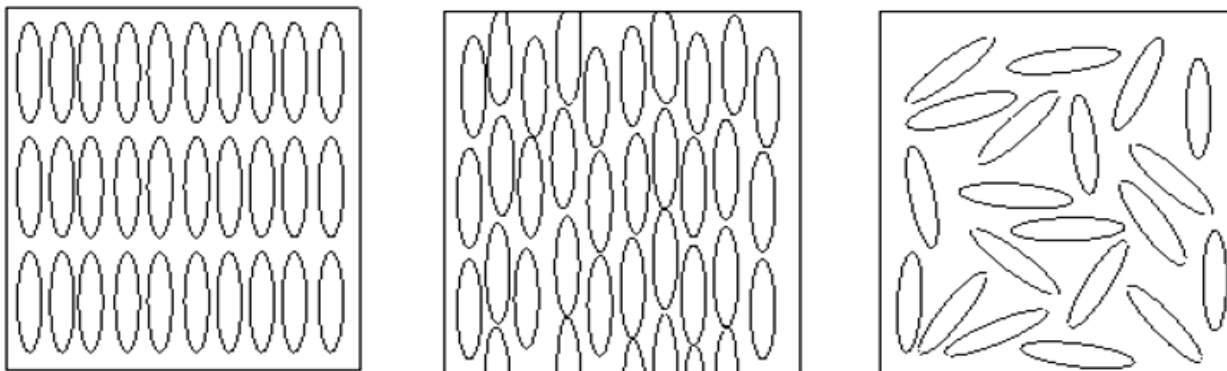


Рис.1 а), б), в).

На рис.1 зображено взаємне розташування молекул в різних фазах: кристалічній (рис.1а), рідкокристалічній (рис.1б) та в рідкій фазі (рис.1в). Як видно з рис.1б в рідкокристалічній фазі зберігається порядок саме у напрямі молекул, що і зумовлює анізотропію властивостей (електричних, магнітних оптичних і ін.) таких кристалів.

Здатність змінювати орієнтацію молекул невеликими електричними полями в РК, приводить до зміни їх оптичних властивостей, що і обумовило їх широке використання в пристроях відображення інформації.

Рідкокристалічний екран (LCD) – це електронний пристрій для відображення інформації, принцип роботи якого ґрунтується на прикладенні змінної електричної напруги до шару рідкого кристалу, таким чином,

індукуючи в ньому зміни оптичних властивостей. Рідкокристалічний екран (англ. liquid-crystal display, LCD) – це плоскопанельний дисплей, цифровий індикатор або відео-дисплей, що використовує для відображення інформації властивості модуляції світла рідких кристалів (самі по собі рідкі кристали не випромінюють світло). Це прилад з електронно-оптичною модуляцією, що складається з довільного числа сегментів, заповнених рідкими кристалами та розташованих перед джерелом світла або рефлектором для відображення зображень у кольорі або у ЧБ.

Рідкокристалічні екрани можуть відображати як довільні зображення (як це відбувається, наприклад, у звичайному комп'ютерному дисплеї), або фіксовані зображення, що можуть бути або у стані відображення, або у прихованому стані (наприклад, фіксовані слова, цифри та семисегментні дисплеї цифрових годинників). Принцип роботи у обох випадках однаковий – для відображення довільних зображень створюються дисплеї, що складаються з великої кількості маленьких пікселів, в той час як у інших дисплеїв ці елементи більші.

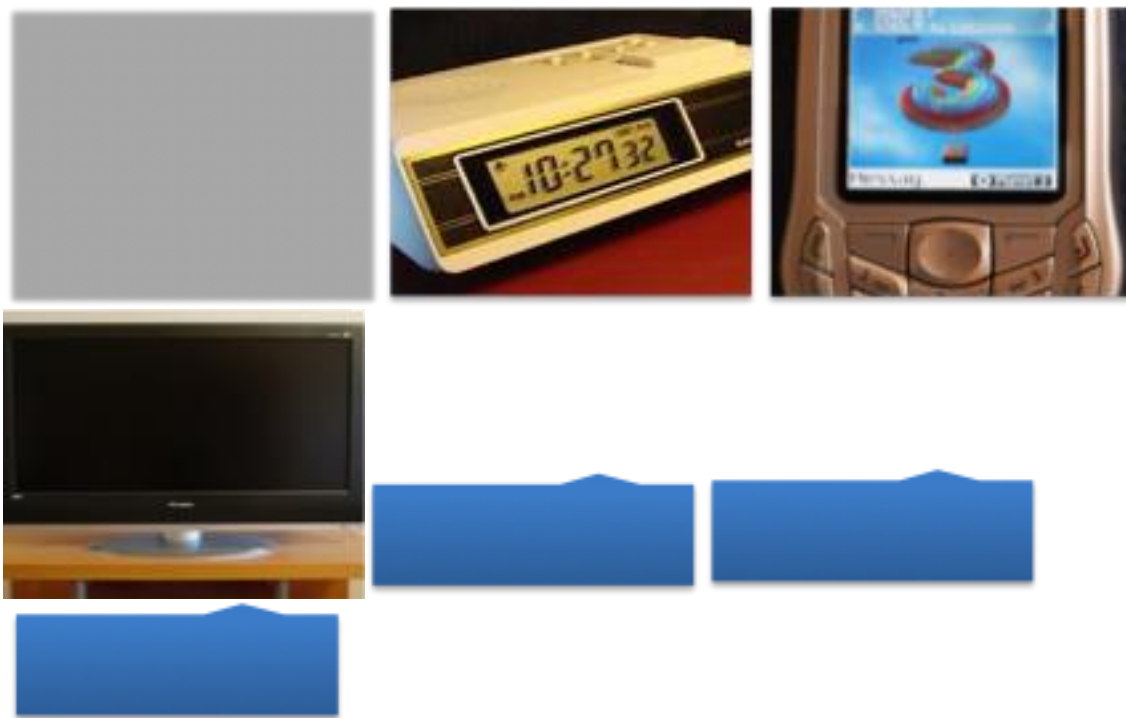


Рис. 2. Приклади РК-екранів

Сфера застосування рідкокристалічних екранів дуже широка. До неї входять комп'ютерні монітори, телевізори, інструментальні панелі та панелі керування транспортом. Вони також присутні у багатьох видах побутової електроніки, таких як програвачі, ігрові приставки, годинники, калькулятори та телефони. На сьогодні РК-екрани практично замінили собою попереднє покоління дисплеїв на електронно-променевих трубках. У порівнянні з ЕПТ та плазмовими екранами, РК-екрани мають більш широкий діапазон розмірів,

та не піддаються вигорянню. Однак, вони можуть тимчасово проявляти ефект збереження зображення.

Рідкокристалічні екрани є більш енергоефективними, ніж екрани на ЕПТ, та можуть легше утилізуватись. Низький рівень споживання енергії дозволяє використовувати такі екрани у акумуляторних приладах.

Вперше рідкі кристали було винайдено у 1888. Зараз, РК-екрани є найбільш розповсюдженою технологією оптичного відображення інформації, випередивши ЕПТ та плазмові дисплеї.

Винахід та історія

До появи РК-екранів у царині відображення інформації панували ЕПП (електронно-променеві пристрої). Не дивлячись на те, що вони забезпечували пристойну якість зображення та не мали проблем з часом відклику, кутами огляду тощо, ЕПП займали забагато місця та споживали забагато енергії. Інженери досліджували альтернативні варіанти. Технологічний прорив 90-х призвів до появи РКЕ з активною матрицею та плазмових дисплеїв, які стали основою ринку плоских екранів, замінивши екрани на основі ЕПТ. Хоча рідкі кристали було винайдено ще наприкінці XIX-го сторіччя, потенціал їх використання у якості засобів відображення не було усвідомлено до винаходу перших РКЕ на основі ефекту динамічного розсіювання світла у дослідницькому центрі RCA (Radio corporation of America).

У 1970 команда інженерів покинула RCA та приєдналась до Optel Corporation, де вони розробили перший комерційний РК-екран, включаючи дисплей цифрового годинника. У 70-х на ринок РК-екранів прийшли японські компанії: Seiko-Epson використовували їх у цифрових годинниках, Casio та Sharp – у калькуляторах. У 1971, майже одночасно та незалежно одні від одного, М. Шадт та В. Хельфріх з одного боку, та Дж. Фергасон – з іншого, винайшли режим закручених нематичних РК (twisted nematic, TN), який став дуже важливим для використання у екранах і зустрічається по сьогодні.

Однак, режим прямого керування накладав обмеження на кількість сегментів, тобто, на роздільну здатність. Виходом було винайдення режиму сильно закручених нематичних РК (super twisted nematic, STN) Т. Шеффом та Дж. Нерінгом, з можливістю мультиплексування. Але швидкодія електронно-оптичних пристроїв програє дисплеям з прямим керуванням. Для вирішення цієї проблеми було розроблено концепцію активної матриці, тобто такої, в якій кожен піксель підключено до транзистора та конденсатора, котрі активно підтримують стан даного пікселя навіть тоді, коли відбувається звернення до інших (у пасивній матриці сам піксель мав зберігати свій стан до тих пір, доки до нього не надходив відповідний сигнал). Ідею розміщення

ключа на кожному з пікселів запропонували Лечер, Марлоу та Нестер. П. Броді винайшов селенід-кадмієвий тонкоплівковий транзистор (thin film transistor, TFT) у 1973, який можна було використовувати у якості ключа для незалежного керування напругою на кожному з пікселів. Однак, CdSe TFT не були сумісними з традиційною мікроелектронікою, де основним елементом є кремній. Успіх РК-екранів був тісно пов'язаний з винаходом тонкоплівкових транзисторів на кремнієвій основі.

Паралельно з інфраструктурою різноманітних способів керування РКЕ, для покращення якості зображення з'явилась велика кількість видів самих РКЕ. Технологія планарної комутації (in-plane-switching, IPS) надає широкі кути огляду та розвивалась Hitachi. Режим структурованої вертикальної орієнтації Samsung PVA (patterned vertical alignment) пропонує високий рівень контрасту та широкі кути огляду. Також можна згадати оптичний компенсаційний вигин (OCB), багатодоменне вертикальне орієнтування тощо, кожен з яких має свої власні переваги.

З розвитком технологій РК-екрани почали використовуватись у багатьох нових для себе галузях: у якості медичних дисплеїв, у роздрібній торгівлі, 3-Д телебаченні тощо.

Завдання

1. Принцип роботи рідкокристалічного дисплея.
2. Переваги рідкокристалічних дисплеїв.