

SHARP И AU OPTRONICS ДИКТУЮТ ПРАВИЛА ИГРЫ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ЖК-ДИСПЛЕЕВ

И.Матешев, А.Туркин, к.ф.-м.н. turkin@prochip.ru

Жидкие кристаллы были открыты более 120 лет назад – в 1888 году, однако долгое время практически не использовались в технических целях. И только в 70-х годах XX столетия компания Radio corporation of America впервые представила жидкокристаллический монохромный экран. Эффект ЖК-дисплеев начал применяться в электронных часах, калькуляторах, измерительных приборах. Со временем появились матричные дисплеи, воспроизводящие черно-белое изображение. В 1987 году компания Sharp разработала первый цветной жидкокристаллический дисплей диагональю три дюйма. Сегодня рынок ЖК-панелей разнообразен – от простых монохромных дисплеев, встраиваемых в часы и бытовую технику, до ультрасовременных моделей с широчайшими углами обзора, возможностью динамически изменять яркость и даже служить в качестве зеркала. Многие из современных жидкокристаллических панелей способны работать по 24 ч семь дней в неделю в жестких условиях эксплуатации – при экстремальных температурах, постоянных вибрациях, под воздействием яркого солнца. Несмотря на доровизну и сложность производства, количество поставщиков постоянно увеличивается и появляются все новые разработки.

Признанными мировыми лидерами и основными конкурентами на рынке ЖК-дисплеев являются две компании – Sharp и AU Optronics (AUO). Именно они диктуют правила игры и задают вектор технологического развития в данной сфере. У каждой своя предыстория становления и свои подходы к ведению бизнеса, при этом общим является уровень разработок и непревзойденное качество выпускаемой продукции. Рассмотрим примеры используемых Sharp и AU Optronics (AUO) технологий изготовления ЖК-панелей.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ SHARP ASV-матрицы

Компания Sharp разработала тип матриц под названием ASV, который существенно отличается от традиционных [1]. Технология ASV (Advanced Super View) стала дальнейшим развитием технологии VA (Vertical Alignment) – режима работы жидких кристаллов, при котором они в выключенном состоянии выстраиваются перпендикулярно фильтру и не пропускают свет. Этот режим также называют гомеотропной ориентацией кристаллов.

Принцип работы ASV-технологии заключается в следующем. В каждом субпикселе два электрода – один в виде подложки в нижней части субпикселя, а второй, точечный, – в верхней части. При включении электрического поля жидкие кристаллы выстраиваются вдоль него, а поскольку оно имеет ярко выраженный наклонный компонент, то расположение кристаллов принимает форму, напоминающую цветок. Такое ориентирование кристаллов в пространстве (рис.1) получило название Continuous Pinwheel Alignment (CPA). Из-за кругового вращения вектора направления ориентации кристаллов (так называемого директора) образуется симметричный конус обзора и, как следствие, очень широкие углы обзора.

Другая методика получения специфического "цветочного" ориентирования жидких кристаллов заключается в формировании на светофильтре специальных выступающих стенок, покрытых ориентирующей полимерной пленкой. Они образуют индивидуальные ЖК-ячейки с требуемой ориентацией кристаллов. Стенки, ограничивающие ЖК-ячейки, получают в результате внедрения в состав кристалла молекул полимеризованной смолы и облучения полученной смеси ультрафиолетовым излучением после фазового разделения.

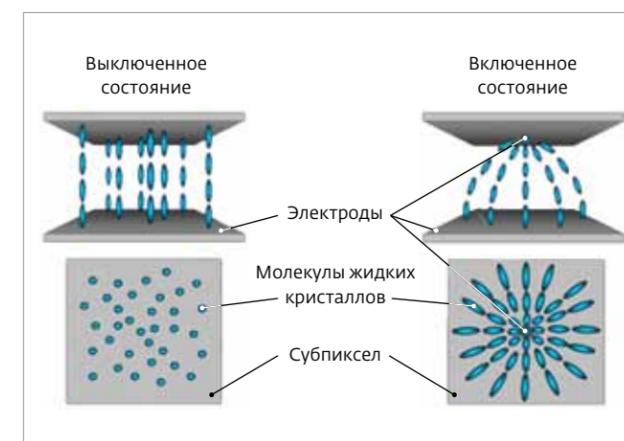


Рис.1. Ориентация молекул жидких кристаллов ASV-матрицы в выключенном и включенном состоянии

Основные достоинства технологии ASV, помимо упоминавшихся широких углов обзора (170°), – высокое качество цветопередачи и быстрое время отклика (сравнимое с TN-матрицами). Благодаря этому ASV-матрицы очень популярны в промышленности и на транспорте. Характеристики основных моделей ЖК-панелей с ASV-матрицами компании Sharp

Таблица 1. Примеры ЖК-панелей с ASV-матрицами производства Sharp

Модель	LQ190E1LX75	LQ150X1LX95	LQ070Y3LW01
Рабочая область (ш×в), мм	376,32×301,056	304,1×228,1	152,4×91,4
Система подсветки	СД (встроенный драйвер)	СД (встроенный драйвер)	СД
Яркость, нит	350	350	360
Контрастность	1500:1	1500:1	800:1
Размер диагонали, дюймы (см)	19,0 (48,0)	15,0 (38,1)	7,0 (18,0)
Интерфейс	LVDS	LVDS	LVDS
Рабочий температурный диапазон, °С	-15...65	-10...65	-10...65
Габариты (ш×в×т), мм	396,0×323,7×11,5	326,5×253,5×9,6	170,0×110,0×9,0
Разрешение, пиксель	1280×1024	1024×768	800×480
Время отклика, мс	35	35	35
Температурный диапазон хранения, °С	-25...65	-25...65	-25...70
Тип	SXGA	XGA	WVGA
Угол обзора – "12 часов", град	85	85	85
Угол обзора – "6 часов", град	85	85	85
Угол обзора – боковой, град	170	170	170

О компании Sharp Microelectronics

Компания Sharp Microelectronics – мировой лидер в сфере разработки и внедрения современных инновационных технологий при производстве профессиональных ЖК-мониторов и электротехнических компонентов.

Ассортимент продукции очень широк: от потребительской электроники (в частности, ЖК-телевизоров и аудиосистем) и бытовой техники (СВЧ-печей) до цифровых информационных систем, солнечных батарей и мобильных телефонов.

История фирмы Sharp ведет отсчет с 15 сентября 1912 года, когда Токудзи Хаякава арендовал в центре Токио небольшой магазинчик металлической галантереи и преуспел в производстве пряжек для японских ковбоев. В 1915 году Хаякава запатентовал и начал производить первый в мире механический карандаш, названный вечно острым (ever-sharp pencil), от наименования которого компания получила свое название.

В 1925 году был выпущен первый радиоприемник и на нем впервые была поставлена всемирно известная надпись Made in Japan.

В 1961 году – построены научные лаборатории фирмы Sharp, в которых велась работа над созданием электронных калькуляторов, солнечных батарей, оптических полупроводников.

В 1963 году – разработана первая солнечная батарея.

В 1964 – появился первый электронный калькулятор.

В 1973 году – первый в мире калькулятор EL-8065 со светодиодным экраном.

В 1987 году – первый цветной жидкокристаллический дисплей диагональю 3 дюйма.

В настоящее время фирма Sharp имеет представительства в 15 странах, количество ее сотрудников составляет полтора миллиона человек.

ультрафиолетового облучения со специально разработанными Sharp материалами. UV²A обеспечивает возможность упорядочения молекул жидких кристаллов в определенных местах панели под воздействием ультрафиолетового света.

По сложности структуры на экране, обеспечивающей ориентацию молекул жидких кристаллов, технологии ASV и UV²A одинаковы. Основное различие состоит в том, что для UV²A-технологии микроструктура образуется из специального полимерного слоя, покрывающего стекло экрана, так называемого слоя выравнивания. Полимерные цепи, прилегающие к поверхности слоя выравнивания, ориентируются фотометрическим способом с целью образования микроребер, причем заданный угол наклона ребер совпадает с направлением ультрафиолетового света, вызывающего выравнивание полимерных цепей (рис.2). Ребристая микроструктура обеспечивает возможность точного управления упорядочиванием молекул жидких кристаллов. При этом угол наклона молекул жидких кристаллов размером всего около двух нанометров может быть задан с точностью до пикометров.



Рис.2. Технология UV²A в ЖК-панелях Sharp

представлены в табл.1. Дальнейшим развитием технологии ASV стала технология UV²A (Ultraviolet-induced Multi-domain Vertical Alignment).

UV²A-матрицы

UV²A – это технология для мультидоменного вертикального выравнивания молекул жидких кристаллов с помощью ультрафиолетового источника [2]. Технология основана на сочетании методики

О компании AU Optronics

История AU Optronics началась в 1990 году, когда была образована компания Unipac Optoelectronics – производитель ЖК-решений, входящий в тайваньский холдинг United Microelectronics Corporation. Поставленная перед ней задача предусматривала организацию производства тайваньских ЖК-матриц. До того момента на рынке была представлена продукция исключительно японских производителей. Первые ЖК-матрицы вышли с тайваньского завода уже в 1994 году.

В 2001 году компании Unipac Optoelectronics и Acer Display Technology объявили о слиянии в компанию AU Optronics, которая уже к 2003 году заняла третье место в мире по производству крупногабаритных дисплеев. Значительную часть прибыли компания вкладывает в разработку новых технологий. Ее отдел исследований и разработок в области оптоэлектроники стал крупнейшим на Тайване. По данным на январь 2015 года, AUO обладает 13,7 тыс. патентами, что и обеспечивает ей лидирующие позиции в отрасли ЖК-изделий.

AUO занимает первое место в мире по производству мониторных и телевизионных матриц и второе – по производству матриц для мобильных устройств.

Точное упорядочение молекул жидких кристаллов за счет применения UV²A-технологии дает два эффекта, приводящих к повышению качества изображения ЖК-панелей. Во-первых, прекращается утечка света от системы задней подсветки, что повышает статическую контрастность до 5000:1 и обеспечивает исключительно высокую глубину черного. Во-вторых, благодаря UV²A-технологии в ЖК-экранах может быть достигнут увеличенный коэффициент апертуры, повышающий проницаемость светового потока от системы задней подсветки более чем на 20%. В результате оптимизируется энергопотребление при достижении более ярких и насыщенных цветов. По заявлению Sharp, все ЖК-панели десятого поколения, выпускаемые на заводе в Сакаи, и восьмого поколения, выпускаемые на предприятии в Камеяма 2, будут изготовлены с использованием технологии UV²A.

**ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ AU OPTRONICS
AMVA-матрицы**

Один из главных конкурентов Sharp на рынке ЖК-матриц – тайваньская компания AU Optronics, образованная в 2001 году слиянием компаний Acer Display Technology и Unipac Optoelectronics Corporation, дочернего предприятия BenQ Electronics. Среди разработок этой компании особое место занимают технологии AMVA (Advanced MVA) и AHVA (Advanced Hyper-Viewing Angle) [3].

Как и ASV, технология AMVA представляет собой дальнейшее развитие технологии MVA (Multi-Domain Vertical Alignment), призванной бросить вызов основным недостаткам VA-матриц, а именно – неприемлемому искажению цвета при малейшем изменении угла обзора по горизонтали и низкой контрастности.

В панелях, изготовленных по технологии VA, каждый светоизлучающий элемент состоит из нескольких зон – доменов, представляющих собой длинные, вертикально ориентированные цепочки кристаллов. При изменении угла обзора может сильно меняться светоотдача субпикселя, а, следовательно, и цвет результирующего пикселя. Поэтому в новой технологии каждый субпиксель был разделен на несколько зон (отсюда и аббревиатура MVA: Multi Domain Alignment), каждая из которых оптимизирована для светоотдачи в своем секторе обзора. Каждый из доменов излучает свет не перпендикулярно плоскости экрана, а под некоторым углом к ней. Расчеты показали, что наилучший результат с точки зрения угла обзора, с учетом незначительного усложнения технологии, будет достигнут при количестве доменов, равном четырем (рис.3). Таким образом была решена проблема ограниченных углов обзора в исходной технологии VA.

При использовании технологии MVA каждая ячейка (субпиксель экрана) разделена на левую и правую части, так что расположенные в них кристаллы, изменяющие фазу проходящего света, поворачиваются в противоположных направлениях. Раз кристаллы

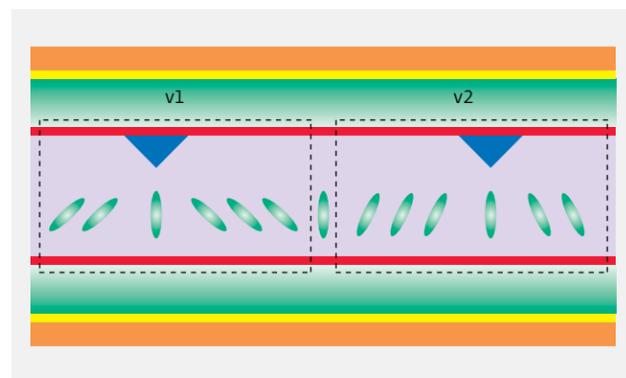


Рис.3. Мультидоменная структура в MVA-матрице

в доменах ориентированы по-разному, то не важно, с какой стороны пользователь смотрит на экран. Если кристаллы одного домена развернуты так, что пропускают свет, то кристаллы соседнего домена окажутся под углом к ним и задержат свет. (Разумеется, кроме случая, когда надо отобразить белый цвет, – тогда все кристаллы располагаются почти параллельно плоскости матрицы.) То есть наблюдаемый под углом к монитору световой поток складывается из двух составляющих – из части, которая полностью проходит через фильтры (молекулы перпендикулярны потоку), и части, параллельной молекулам (свет не проходит через второй фильтр). Следовательно, при достаточно малых размерах ячеек обеспечивается одинаковая интенсивность света под любым углом к монитору. Дисплеи на основе этой технологии отличаются достаточно большим углом обзора – до 160° и достаточно малым временем реакции на изменение изображения – менее 25 мс.

К основным недостаткам технологии MVA можно отнести пропадание многих темных оттенков при взгляде точно перпендикулярно экрану и зависимость цветового баланса изображения от угла наблюдения, которые обусловлены наличием выступов на светофильтре, обеспечивающих разделение субпикселя на домены. Однако технология AMVA исправляет это

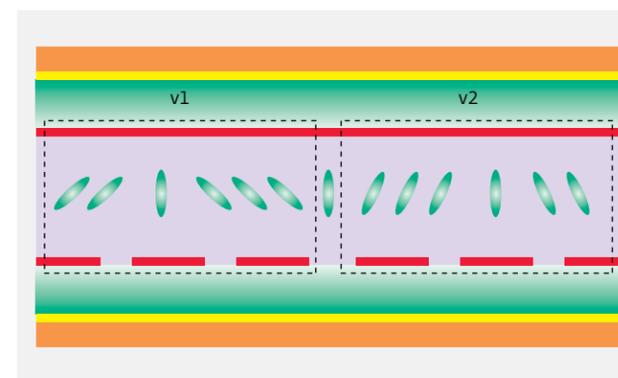


Рис.4. Мультидоменная структура AMVA-матрицы

несовершенство традиционных MVA-матриц, сохраняя все их достоинства. Матрицы, изготовленные по данной технологии, дают стереоскопическое изображение и гораздо более четкую картинку, значительно превосходят по контрастности MVA-матрицы (16000:1 против 2000:1). Неслучайно матрицы этого типа распространены в рекламных и информационных решениях, таких как активные табло и информационные мониторы. Характеристики основных моделей ЖК-панелей с AMVA-матрицами компании AUO представлены в табл.2.

Таблица 2. Примеры ЖК-панелей с AMVA-матрицами производства AUO

Модель	G070VFN01.1	G104XVN01.0	G215HVN01.0
Рабочая область (шхв), мм	152,4×91,44	210,4×157,8	476,64×268,11
Система подсветки	СД (встроенный драйвер)	СД (встроенный драйвер)	СД (встроенный драйвер)
Яркость, нит	450	400	300
Контрастность	1500:1	3000:1	5000:1
Размер диагонали, дюймы (см)	7,0 (17,7)	10,4 (26,0)	21,5 (54,61)
Интерфейс	TTL	LVDS	LVDS
Рабочий температурный диапазон, °C	-20...+70	-30...+80	0...+60
Габариты (шхвхт), мм	164,55×104,71×11,3	238,6×175,8×6,5	495,6×292,2×17,35
Разрешение, пиксель	800×480	1024×768	1920×1080
Время отклика, мс	35	30	16
Температурный диапазон хранения, °C	-30...80	-30...80	-20...80
Тип	WVGA	XGA	Full HD
Угол обзора – "12 часов", град	80	89	89
Угол обзора – "6 часов", град	80	89	89
Угол обзора – боковой, град	160	178	178

Структура AMVA-матрицы изображена на рис.4. Суть технологии заключается в нанесении на ЖК-панель направляющей полимерной пленки. В процессе производства в молекулы жидких кристаллов добавляют некоторое количество мономеров, после этого на ячейку подается напряжение, которое задает угол наклона молекул жидких кристаллов рядом с полиимидной областью. Затем ячейка подвергается воздействию УФ-излучения, которое фиксирует угол наклона, стабилизирует полимеры и тем самым завершает процесс ориентирования жидких кристаллов.

АНВА-матрицы

Еще один тип матриц ЖК-панелей – АНВА-матрицы, также разработанные компанией AUO. Характеристики модели ЖК-панели с таким типом матрицы представлены в табл.3.

Таблица 3. Пример ЖК-панели с АНВА-матрицей производства AUO

Модель	G190EAN01.0
Рабочая область (шхв), мм	376,32×301,06
Система подсветки	СД (встроенный драйвер)
Яркость, нит	300
Контрастность	1000:1
Размер диагонали, дюймы (см)	19,0 (48,0)
Интерфейс	LVDS
Рабочий температурный диапазон, °С	0...50
Габариты (шхвхг), мм	396,0×324,0×17,0
Разрешение, пиксель	1280×1024
Время отклика, мс	25
Температурный диапазон хранения, °С	-20...60
Тип	SXGA
Угол обзора - "12 часов", град	89
Угол обзора - "6 часов", град	89
Угол обзора - боковой, град	178

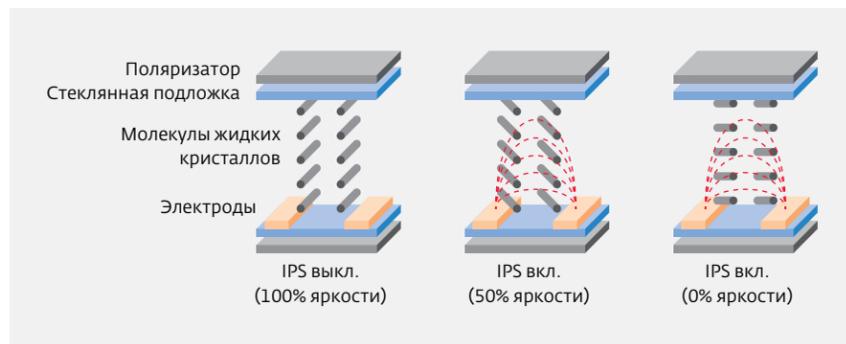


Рис.5. Схема работы IPS-матрицы

Несмотря на название, матрицы АНВА не имеют отношения к матрицам с гомеотропной (VA) ориентацией жидких кристаллов. Наоборот, эта технология – дальнейшее развитие альтернативной схемы расположения жидких кристаллов – IPS-матрицы (In Plane Switching). Схема IPS-матрицы представлена на рис.5.

В матрицах IPS жидкокристаллические молекулы расположены в плоскости поляризационных фильтров и поворачиваются в ней на определенный угол в зависимости от прикладываемого напряжения, изменяя соответственно фазу проходящего через них светового пучка. Чем выше управляющее напряжение, тем больше кристаллы закручивают поляризацию светового пучка, и тем ярче субпиксель. При этом часть светового потока, плоскость поляризации которой совпадает с таковой верхнего поляризатора, проходит через него. Жидкие кристаллы в выключенном состоянии не пропускают свет, поэтому субпиксель черный.

Черный цвет получается действительно черным, а не темно-серым, поэтому панели IPS имеют хорошую контрастность, а битые пиксели не так заметны. Достоинство матрицы, помимо отличной цветопередачи, – очень большие углы обзора из-за расположения кристаллов в одной плоскости. Критичность больших углов обзора для многих отраслей промышленности (например, для станкостроения) и транспорта позволяет прогнозировать высокий спрос на данную панель.

Дополнительные функции современных дисплеев AU Optronics

Компания AUO выпускает широкий спектр продукции для разных сфер применения, и эта стратегия полностью себя оправдывает. Благодаря многообразию, дисплеи от AUO стали палочкой-выручалочкой для множества фирм-производителей готовой продукции. Речь идет не только о небольших компаниях, выпускающих специализированное оборудование, например



Источники питания серии SORENSEN SGI

Источники питания (ИП) серии Sorensen SGI (рис.1) представляют собой новое поколение ИП большой мощности и предназначены для испытательных лабораторий и специальных применений, где особенно востребованы программируемые ИП с такими характеристиками, как высокая точность и простота настройки, практически полное отсутствие пульсаций, низкий уровень шумов. Sorensen SGI могут работать в режимах постоянного тока или постоянного напряжения, а также в специальном автоматическом режиме. Основные параметры ИП приведены в таблице.

Передняя панель позволяет устанавливать выходные значения напряжения и тока, его сетевые параметры, величину срабатывания защиты от перенапряжения, а также управлять пошаговым изменением выходных параметров.

Источник питания Sorensen SGI имеет режим удаленного доступа посредством протоколов RS232, GPIB или Ethernet, последний из которых представляет особый интерес, так как является абсолютно user-friendly системой удаленного доступа, позволяющей, используя



Рис.1. Источник питания Sorensen SGI

Основные параметры устройств

Входное напряжение	Выходная мощность	Выходные напряжения	Эффективность	Температурный диапазон
Трехфазная сеть: ~208/230 В ±10%, допустимые пределы: ~187-253 В	4-15 кВт, 3U-исполнение, для устройств с диапазоном 10-20 В на выходе	10-20 В 40-1000 В 60-600 В	87%	0...50°C
Трехфазная сеть: ~380/400 В ±10%, допустимые пределы: ~342-440 В	5-15 кВт, 3U-исполнение, для устройств с диапазоном 40-1000 В на выходе			
Трехфазная сеть: ~440/480 В ±10%, допустимые пределы: ~396-528 В	20-30 кВт, 6U-исполнение, для устройств с диапазоном 60-600 В на выходе			



Официальный дистрибьютор АМТЕК РР
 www.eltech.spb.ru ametek@eltech.spb.ru
 8-800-505-0040



Рис.2. Пользовательский интерфейс управления выходными напряжением и током источника питания

веб-браузер^o, управлять всеми параметрами и настройками источника питания. Каждый из подключенных в вычислительную сеть источников питания может иметь свой собственный статический или динамический IP, что зависит от выбора пользователя, и свой отдельный веб-интерфейс, который позволяет пользователю загрузить до десяти предустановленных наборов выходных параметров источника.

^o К настройкам веб-браузера предъявляется ряд требований: он должен поддерживать Java, в панели настроек Java должен быть установлен максимальный уровень доступа, а IP-адреса, по которым происходит доступ к источникам питания в сети, должны быть добавлены в сайты-исключения.



Рис.3. Интерфейс доступа к стартовым выходным значениям тока и напряжения источника питания и сохраненным настройкам значений выходных параметров

Кроме того, веб-интерфейс является также текстовым редактором команд языка программирования SCPI, который используется для управления источником питания. Примеры пользовательских интерфейсов управления приведены на рис.2,3.

Источники питания серии Sorensen SGI – сертифицированные^{oo} универсальные программируемые системы питания постоянного тока/постоянного напряжения, простые и понятные в управлении.

^{oo} Источники питания серии Sorensen SG, в которую входят источники подсерии SGI, внесены в Госреестр средств измерений с 31.12.2014 г.

низкотемпературные дисплеи для железнодорожного транспорта или виброустойчивые мониторы для промышленного оборудования. Среди заказчиков AU Optronics – компании, производящие собственные дисплеи, например такие гиганты, как Samsung, LG и Apple. Поскольку спектр продукции AU Optronics очень широк, компания может предложить готовые решения, для которых уже отлажен процесс производства и не нужно разрабатывать дизайн с нуля для конкретного заказчика, как это часто делают другие компании [4].

Среди моделей AUO есть образцы с функционалом, который выгодно отличает их от продукции конкурентов. Это и дополнительный субпиксель белого цвета, и встроенный сенсорный экран, и функция Reverse Scan. Собственно, из-за наличия нестандартных технологий дисплеи этой компании и стали столь популярными. Следует отметить сверхъяркие (до 1500 кд/м²) матрицы для использования при ярком внешнем освещении, матрицы, устойчивые к вибрациям, с широким температурным диапазоном, заменяемым элементом подсветки, широкими углами обзора, монохромные и с тонким корпусом. Про светодиодную подсветку вряд ли стоит упоминать – ею оснащены все современные модели (как, в большинстве случаев, и встроенным драйвером для нее).

Среди перечисленных функций особое место занимает виброустойчивость. Современный мир насыщен механизмами, каждый второй состоит из огромного количества подвижных частей. Шестеренки, червяки, валы, роторы и множество других движущихся деталей создают колоссальную тряску. В настоящее время подавляющее большинство этих механизмов

не может функционировать без управляющей электроники – контроллеров, процессоров, дисплеев. Необходимость работы в таких условиях породила целый класс виброустойчивых электронных устройств. Труднее всего приходится, пожалуй, дисплеям – у них на борту, помимо управляющей микросхемы, хрупкая матрица, тонкие шлейфы и множество деталей, которые могут сломаться, разбиться или оборваться. Производители стараются решать эти проблемы – укрепляют места соединений проводов, внедряют силовой корпус, сводят к минимуму количество микротрещин, полученных на производстве, и применяют светодиодную подсветку. Это сложные, дорогостоящие и ресурсоемкие процессы, поэтому похвастаться наличием подобных панелей в ассортименте могут лишь некоторые производители. AU Optronics входит в число компаний, которые предлагают такие изделия.

Разработка компанией AUO технологии AHVA (описана выше) [3], которая представляет собой дальнейшее развитие альтернативной схемы расположения жидких кристаллов – IPS, дает возможность значительно увеличить угол обзора – до 178° (боковой).

Главной новинкой 2015 года, возможно, станет разъем eDP (Embedded Display Port), которым компания AU Optronics начала оснащать свои дисплеи [5]. Этот интерфейс был выпущен в 2009 году как расширение интерфейса DisplayPort, а разработан для замены устаревшего стандарта интерфейса низковольтного дифференциального сигнала LVDS. Уже в 2010 году компании-участники VESA (Video Electronics Standards Association), такие как AMD и Intel, анонсировали постепенный отказ от поддержки LVDS в чипсетах

нового поколения к 2013 году в пользу eDP. Связано это с ограниченными возможностями и большим уровнем напряжения LVDS, а также избыточности при наличии функций беспроводной связи, которые сейчас становятся все более распространенными. Стандарт eDP направлен на снижение мощности систем за счет новых функций, таких как частичное обновление дисплея, пониженные перепады вольтажа интерфейса, дополнительные опции скорости соединения, сжатие транспортных данных и управление подсветкой для разных областей. Отдельный канал теперь предназначен для передачи данных функции мультитач от дисплея к процессору системы. Электрические параметры интерфейса eDP регулярно расширяются для поддержки более широкого диапазона форм-факторов и сред передачи.

Характеристики некоторых моделей ЖК-панелей компании AUO с дополнительными функциями представлены в табл. 4.

* * *

Компании Sharp и AU Optronics выпускают большую номенклатуру ЖК-панелей с различными размерами диагоналей. Разработчики дисплеев легко могут выбрать модель, соответствующую

конечному продукту. Поэтому ЖК-панели Sharp пользуются неизменным спросом у производителей промышленного и медицинского оборудования, систем автоматизации и др. На сегодняшний день ЖК-дисплеи – одни из самых перспективных среди всех устройств для отображения видеoinформации в промышленности, на транспорте, в быту и в информационной сфере. Своего часа выхода на рынок ждут многочисленные интересные и перспективные разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матешев И., Туркин А. Обзор новых ЖК-панелей Sharp для промышленного применения // Современная электроника. 2014. № 5. С. 22–24.
2. Туркин А. ЖК-панели Sharp для промышленного применения: основные особенности и обзор продукции // Компоненты и технологии. 2012. № 3. С. 80–82.
3. Матешев И., Туркин А. Обзор современных технологий производства ЖК-матриц // Современная электроника. 2014. № 8. С. 16–19.
4. www.auo.com. AUO Technology Center
5. Матешев И., Туркин А. Обзор современных дисплеев AUO с дополнительными функциями // Современная электроника. 2015. № 5. С. 20–22.

Таблица 4. Примеры ЖК-панелей с дополнительными функциями производства AUO

Модель	G057VTN01.0*	G190EAN01.0**	G156HTN01.0***
Размер рабочей области, мм	115,2×86,4	376,32×301,06	344,16×193,59
Габариты, мм	144,0×104,6×12,3	396,00×324,00×17,0	359,5×216,78×3,55
Размер по диагонали, дюймы	5,7	19	15,6
Разрешение	640×480	1280×1024	1920×1080
Яркость, кд/м ²	530	300	300
Контрастность	800:1	1000:1	700:1
Диапазон рабочих температур, °C	-30... 85	-20... 60	0...60
Подсветка дисплея	Светодиодная	Светодиодная	Светодиодная

* Виброустойчивый дисплей. Тест виброустойчивости: синусоида – 6,8 г; 10–400 Гц; 280 мин/ось; случайное ускорение (среднеквадратичное) – 3,3 г; 5–500 Гц; 30 мин/ось.

** ЖК-панель с AHVA-матрицей. Угол обзора "12 часов" – 89°; угол обзора "6 часов" – 89°; угол обзора боковой – 178°.

*** ЖК-панель с интерфейсом eDP.