

# Перспективные технологии тонких дисплеев

**Дмитрий Гаврилюк (Москва)**

**В статье изложены особенности устройства, описаны разновидности дисплеев на основе жидких кристаллов, TFT-матриц, LTPS TFT и органических пленок (OLED).**

Для отображения информации в большинстве современных устройств используются дисплеи, содержащие в своей основе ту или иную вариацию жидкокристаллического вещества. Появление дисплеев на основе жидких кристаллов (ЖК) стало возможным благодаря работам австрийского ботаника Фридриха Рейнитцера (Friedrich Reinitzer). В 1888 г. в ходе исследования вещества, известного как cholesteryl benzoate, он обнаружил, что оно имеет две явные точки плавления. В своём эксперименте он повышал температуру твёрдого образца и наблюдал превращение кристалла в мутную жидкость. Дальнейшее увеличение температуры приводило к появлению чистой прозрачной жидкости, пропускающей свет. Благодаря этой ранней работе считается, что именно Рейнитцер открыл новую жидкокристаллическую фазу материи. Через много лет, в 1968 г., фирмой RCA был создан первый экспериментальный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Для ясного понимания технологических особенностей создания современных ЖК-дисплеев следует коротко остановиться на основных свойствах жидких кристаллов. Жидкие кристаллы (ЖК) уникальны по своим свойствам и возможностям использования. Они представляют собой почти прозрачные субстанции, проявляющие одновременно свойства и кристалла, и жидкости. Есть две главные особенности ЖК, благодаря которым возможно создание на их основе устройств отображения информации: способ-

ность молекул ЖК переориентироваться во внешнем электрическом поле и изменять поляризацию светового потока, проходящего через их слои.

В основе любого ЖК-дисплея лежит конструктивный принцип, проиллюстрированный рисунком 1. Основой для ЖКИ являются две параллельные стеклянные пластины с нанесёнными на них поляризационными плёнками. Различают верхний и нижний поляризаторы, ориентированные перпендикулярно друг другу. На стеклянные пластины в тех местах, где в дальнейшем будет формироваться изображение, наносится прозрачная металлическая окисная плёнка (оксиды индия и олова – ИТО), которая в дальнейшем служит электродами. На внутреннюю поверхность стекол и на электроды наносятся полимерные выравнивающие слои, которые затем полируются, что способствует появлению на их поверхности, соприкасающейся с ЖК, микроскопических продольных канавок. Пространство между выравнивающими слоями заполняют ЖК-веществом. В результате молекулы ЖК выстраиваются в направлении полировки выравнивающего слоя. Направления полировки верхнего и нижнего выравнивающих слоев перпендикулярны (подобно ориентации поляризаторов). Это нужно для предварительного «скручивания» слоёв молекул ЖК на 90° между стёклами, как показано в левой части рисунка 1. Когда напряжение на управляющие электроды не подано, поток света, пройдя через нижний поляри-

затор, движется через слои жидких кристаллов, которые постепенно меняют его поляризацию, поворачивая её на угол 90°. В результате поток света после выхода из ЖК-материала беспрепятственно проходит через верхний поляризатор (ориентированный перпендикулярно нижнему) и попадает к наблюдателю, не формируя никакого изображения. При подаче напряжения на электроды между ними создаётся электрическое поле, что вызывает переориентацию молекул ЖК (правая часть рисунка 1). Молекулы стремятся выстроиться вдоль силовых линий поля в направлении от одного электрода к другому. Вследствие этого эффект «скручивания» пропадает, и под электродом возникает область тени, повторяющая его контуры. Создаётся изображение, формируемое прозрачной фоновой областью и тёмной областью под включенным электродом. Путём варьирования контуров электрода можно формировать различные символы: буквы, цифры, картинки и пр. При создании массива электродов (ортогональной матрицы) можно получить графический (матричный) ЖКИ с разрешением, определяемым количеством задействованных электродов.

Описанная конструкция ЖКИ представляет собой пассивный вариант дисплея. В зависимости от разновидности применённых в дисплее ЖК различают следующие типы ЖКИ: TN, STN, CTN, FSTN, HTN, DSTN и ECB (VAN). Отличительные особенности этих дисплеев отражены в таблице.

Для производства больших цветных дисплеев в настоящее время широко используются ЖКИ на основе TFT (тонкоплёночные транзисторы). Сечение TFT-панели показано на рисунке 2. В основе структуры TFT-панели содержатся жидкие кристаллы, два поляризатора и две стеклянные пластины: верхняя подложка цветного фильтра и нижняя подложка массива TFT. Жидкокристаллическое вещество впрыскивается между этими стеклянными пластинами. Регулирование светового потока осуществляется путём измене-



Рис. 1. Прохождение света через ЖКИ

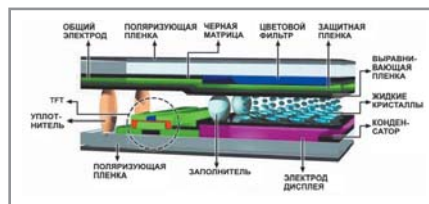


Рис. 2. Сечение TFT-панели

ния величины входного напряжения, подаваемого на ЖК. Тем самым изменяется расположение и ориентация ЖК-молекул, что приводит к соответствующему изменению светового потока, проходящего через них.

При изготовлении такой панели с помощью высокоточных фотолитографических технологий на стеклянную подложку наносится узор для последовательного пошагового переноса изображений множества электродов ЖКИ (см. рис. 3). Количество транзисторов на стекле равно числу подпикселей дисплея, при этом генерацию цвета обеспечивает стекло цветного фильтра с нанесённым на него фильтром цвета. Движение жидких кристаллов вызывается появлением разности потенциалов между электродами, находящимися на стекле TFT и стекле цветного фильтра, и именно это движение приводит к генерации цвета и изменению яркости ЖКИ.

На рисунке 4 показан принцип управления ячейкой ЖК-матрицы. В пределах одного выбранного периода времени переключатель замыкается, и на ЖК подаётся входное напряжение, что приводит к изменению ориентации молекул. После выключения переключателя в ёмкости C<sub>lc</sub> (эквивалентная ёмкость ЖК-вещества) сохраняется некоторый заряд, уменьшающийся с течением времени. Для увеличения продолжительности хранения заряда параллельно C<sub>lc</sub> добавляется запоминающий конденсатор C<sub>st</sub>. Поскольку фактически управление жидкими кристаллами производится переменным напряжением, для активации ЖК напряжение подаётся

только при включённом переключателе, после чего он немедленно отключается. В ряде случаев напряжение на ЖК будет падать из-за утечек. Для предотвращения этого и используется дополнительный конденсатор C<sub>st</sub>, компенсирующий утечку. При достаточной его ёмкости напряжение на нём будет приближаться к идеальной форме меандра (см. рис. 5).

В TFT-панели тонкоплёночный транзистор выполняет функцию рассмотренного переключателя. Вывод затвора TFT подключён к линии сканирования, вывод истока соединён с линией данных, а вывод стока – с C<sub>lc</sub> и C<sub>st</sub> (см. рис. 6). Когда затвор активизирован (выбран на линии сканирования), канал TFT открывается и данные об изображении записываются в C<sub>lc</sub> и C<sub>st</sub>. Если затвор не выбран, TFT закрыт.

Формирование цвета в TFT-панели происходит при прохождении светового потока через цветовой фильтр, интегрированный в верхнее цветное стекло. Каждый отдельный пиксел изображения формируется при смешивании базовых цветовых элементов RGB. Если красный, зелёный и голубой элементы пиксела выбраны в равной пропорции, будет сформирован белый свет. Путём изменения соотношения светопропускания этих трёх элементов получают всё разнообразие цветовых оттенков (см. рис. 7).

### Технология LTPS TFT

LTPS (низкотемпературная поликремневая) технология – это новейший производственный процесс изготовления TFT-панелей. В этой технологии используется лазерный от-

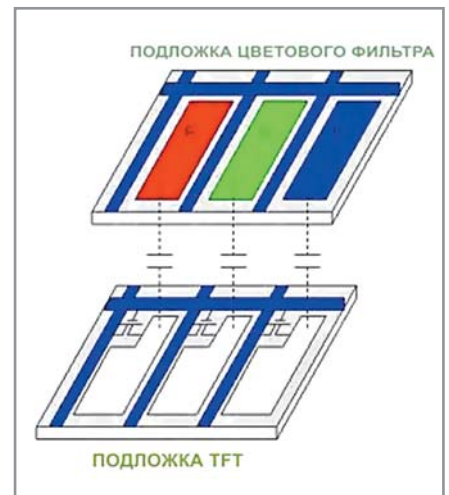


Рис. 3. Стеклянные подложки TFT и цветного фильтра

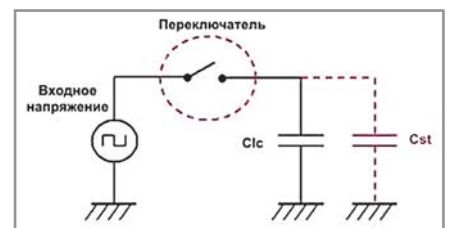


Рис. 4. Схема управления ячейкой ЖК-матрицы

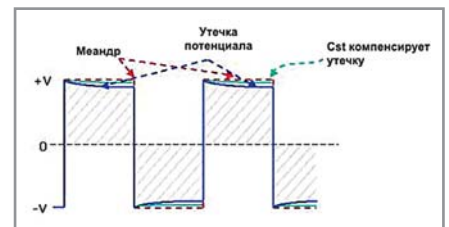


Рис. 5. Компенсирующее действие запоминающего конденсатора

жиг, который позволяет производить кристаллизацию кремниевой плёнки при температуре менее 400°C. Поликристаллический кремний – материал

### Основные параметры и характерные особенности различных технологий изготовления ЖКИ

Технология	Угол обзора, град	Мультиплексное отношение	Время срабатывания	Особенности	Область применения
TN (скрученный нематик)	45 (тип.)	64 : 1	150 мс при 4,7 В	Самая низкая стоимость	Повсеместно в недорогих изделиях с низкими требованиями к читабельности изображения
STN (нематики с суперскручиванием)	75 (тип.), 90 (макс.)	До 480 : 1	250 мс при 4,5 В	Подходит для отображения графики	Повсеместно в изделиях с повышенными требованиями к читабельности изображения
CTN (многоцветные скрученные нематики)	–	8 : 1	–	Широкий диапазон рабочих температур (–30...+80 °С)	Автомобильные дисплеи (максимальное количество цветов – три)
FSTN (суперскрученный нематик с плёночной компенсацией)	80 (тип.)	До 480 : 1	250 мс при 4,5 В	Улучшенный в сравнении с STN угол обзора	Повсеместно в изделиях с повышенными требованиями к читабельности изображения
HTN (сильноскрученный нематик)	65 (тип.)	–	50 мс	Низкое рабочее напряжение (2,5 В) и малая стоимость	Идеальны для использования в переносных устройствах с батарейным питанием
DSTN (сдвоенные ячейки, заполненные суперскрученным нематиком)	Превышает показатели дисплеев с STN	До 480 : 1	Превышает показатели дисплеев с STN	Диапазон рабочих температур от –30 до +80°С	Идеальны для автомобильной электроники
ECB, VAN (электронно-управляемое двойное лучепреломление или вертикально выровненный нематик)	–	–	Около 250 мс	Очень узкий диапазон рабочих температур	Малое быстродействие и узкий температурный диапазон не позволяют использовать эти устройства в автомобильной технике и видеосистемах

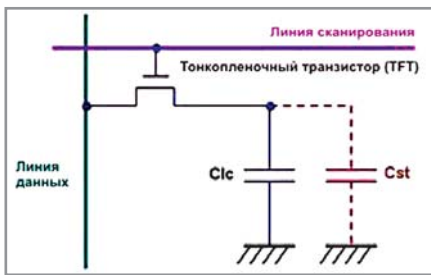


Рис. 6. Схема ячейки TFT-панели

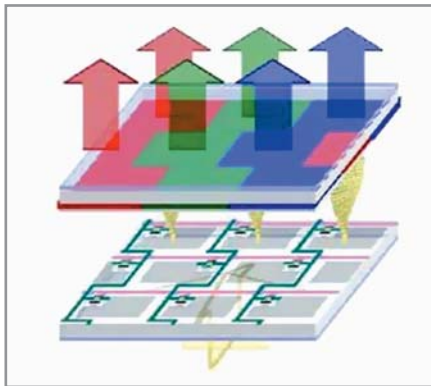


Рис. 7. Формирование цвета

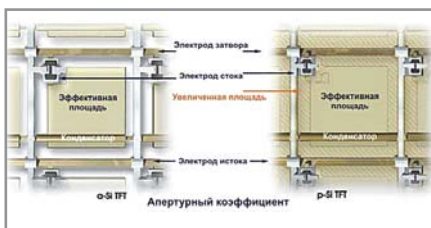


Рис. 8. Различия величины апертурного коэффициента у a-Si- и p-Si-технологий

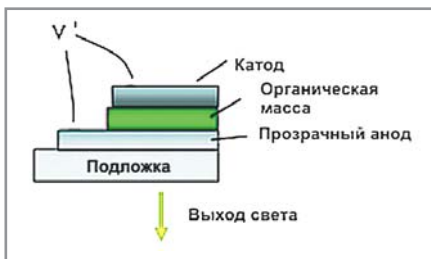


Рис. 9. Структура OLED

на основе кремния, содержащий множество кристаллов кремния размером от 0,1 до нескольких микрон. При производстве полупроводников поликристаллический кремний обычно изготавливается при помощи LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition – химическое осаждение при низком давлении из газообразной фазы), а затем отжигается при температуре более 900°C. Этот метод известен как SPC (Solid Phase Crystallization – кристаллизация твёрдой фазы). Очевидно, что такой метод не удастся применить при производстве индикаторных панелей, поскольку температура плавления стекла – 650°C. Поэтому для создания ЖК-

панелей идеально подходит новая низкотемпературная технология LTPS.

В настоящее время для формирования LTPS-плёнки используется несколько методов, среди которых наибольшую популярность приобрёл метод лазерного отжига. В качестве источника энергии в этом случае используется эксимерный лазер. Он нагревает и расплавляет a-Si (аморфный кремний) с низким содержанием водорода, после чего кремний повторно кристаллизуется в виде p-Si (поликристаллической плёнки). Подготовка LTPS-плёнки более сложна, чем a-Si-плёнки, однако LTPS TFT имеют в 100 раз большую текучесть, чем a-Si TFT, что позволяет перенести КМОП-структуры непосредственно на стеклянную подложку. В результате технология p-Si приобретает следующие основные преимущества по сравнению с a-Si-технологией:

- подвижность электронов в тонкоплёночных транзисторах, изготовленных по технологии LTPS, достигает 200 см<sup>2</sup>/В с, что намного выше, чем у транзисторов a-Si-технологии (около 0,5 см<sup>2</sup>/В с). Повышенная подвижность электронов позволяет увеличить степень интеграции формируемой на подложке ЖКИ интегральной схемы и уменьшить размеры самого тонкоплёночного транзистора;
- достигается более высокий апертурный коэффициент (отношение полезной площади ячейки к её полной площади). Так как TFT-транзистор LTPS ЖКИ имеет меньший размер, чем транзистор a-Si, полезная площадь ячейки, а следовательно, и апертурный коэффициент такого ЖКИ будут выше (см. рис. 8). В результате при прочих равных условиях яркость свечения ячейки LTPS-ЖКИ пропорционально возрастёт;
- LTPS-технология позволяет формировать в едином цикле непосредственно на подложке ЖКИ интегральные схемы драйверов. Это позволяет существенно сократить количество внешних контактов и уменьшить размеры самой подложки, что ведёт к повышению надёжности устройства и снижению стоимости конечного изделия.

### ДИСПЛЕИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЁНОК (OLED)

Сравнительно недавно на рынке появились дисплеи нового, отлично-

го от ЖКИ типа, т.н. OLED (Organic Light Emitting Device). Дисплей OLED представляет собой электронное устройство, выполненное путём размещения ряда тонких органических плёнок между проводниками. При подключении источника питания к выбранным элементам дисплея они излучают яркий свет (см. рис. 9). Технология OLED идеально подходит для изготовления дисплеев, используемых в портативных устройствах, позволяя создавать лёгкие, надёжные и малопотребляющие дисплеи. Для получения OLED-дисплеев требуется меньше число производственных этапов и более дешёвые материалы по сравнению с ЖКИ. Ведущий лидер в производстве таких дисплеев, корпорация Universal Display (UDC), полагает, что технология OLED может заменить существующие технологии создания дисплеев во многих областях за счёт следующих преимуществ перед ЖКИ:

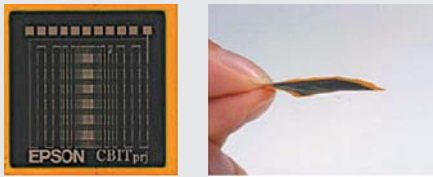
- более высокая яркость;
- более высокое быстродействие, улучшающее качество отображения и динамику видеоизображений;
- расширенный угол обзора (до 180°);
- малый вес;
- меньшее энергопотребление;
- более широкий диапазон рабочих температур;
- меньшая совокупная стоимость.

Столь впечатляющих характеристик своих OLED-дисплеев компания UDC достигла благодаря разработке особого семейства высокоэффективных OLED-материалов. Их ключевой особенностью является использование для излучения света процесса электрофосфоресценции. В традиционных OLED-дисплеях излучение света основано на флюоресценции. В соответствии с теоретическими и экспериментальными оценками максимальная эффективность OLED с добавлением флюоресцентных материалов может составить около 25%. Это ограничение практически снимается при использовании в качестве добавок электрофосфоресцентных материалов компании UDC, которым присуще как одиночное, так и тройное возбуждённое состояние. Учитывая, что эффективность таких материалов приближается к 100%, компания UDC работает над созданием и продвижением на рынок электрофосфоресцентных устройств, оптимизируя

# Новости мира News of the World Новости мира

## Seiko Epson продемонстрировала технологию «струйной распечатки» плат

Компания Seiko Epson добилась значительных успехов в области разработки технологии струйной печати электронных плат. В рамках проведённой на днях презентации была продемонстрирована миниатюрная печатная плата размером 20 × 20 мм, состоящая из 20 слоёв и имеющая толщину без основы всего 200 мкм.



В настоящее время при производстве печатных плат применяется методика фотолитографии. Это достаточно дорогостоящий и трудоёмкий процесс, состоящий из нескольких основных стадий: разработки фотомасок для отдельных слоёв, формирования электрических соединений и пр. При этом необходимо использование специальных химикатов, утилизация которых создаёт дополнительные трудности.

В свою очередь технология струйной печати плат призвана значительно снизить затраты на производство микросхем и сократить вредные выбросы в окружающую среду. Работы над данной системой компания Seiko Epson начала в июне 2003 г. в рамках трёхлетнего проекта, грант на который, кстати, выделила японская Организация разработчиков промышленных технологий и новых источников энергии (NEDO).

Как сообщается в пресс-релизе, при создании образца печатной платы применялись два типа «чернил»: проводящие с микрочастицами серебра диаметром до десятков микрон и изоляционные, состав которых держится в секрете. Среди основных достоинств методики струйной распечатки плат исследователи называют отсутствие выбросов, меньшие по сравнению с фотолитографией затраты энергии, возможность быстрого создания многослойных плат и очень большие потенциальные возможности для повышения плотности размещения элементов. Впрочем, сроки практического применения новой технологии пока не называются.

<http://www.terralab.ru/>

## Новая технология производства ЖК-дисплеев

Компания Hewlett-Packard предложила новую технологию производства жидкокристаллических дисплеев, которая, возможно, позволит создавать недорогие экраны очень высокого разрешения с небольшим энергопотреблением.

Выпускаемые сегодня жидкокристаллические дисплеи состоят из нескольких слоёв: защитной стеклянной панели, слоя тонкоплёночных транзисторов, цветочных фильтров и собственно слоя жидких кристаллов. В условиях отсутствия электрического заряда жидкие кристаллы находятся в аморфном состоянии, то есть пропускают свет. Изменяя заряд, можно изменять ориентацию кристаллов и, соответственно, управлять количеством пропускаемого кристаллами света. Причём для каждого отдельного пикселя требуется отдельный тонкоплёночный транзистор, что, соответственно, негативно влияет на энергопотребление. Что касается разрешения современных ЖК-экранов, то оно, как правило, не превышает 1600 × 1200 точек.

Инженеры Hewlett-Packard нашли способ как существенно улучшить характеристики жидкокристаллических дисплеев. Предложенная методика, получившая название PABN (Post Aligned Bistable Nematic) LCD, основана на применении крошечных полимерных «столбиков» диаметром менее 1 мкм. Оказалось, что в зависимости от приложенного напряжения, жидкие кристаллы выстраиваются вокруг таких «столбиков» строго определённым образом – либо по горизонтали, что соответствует тёмному пикселю, либо по спирали, что соответствует светлой точке. Более того, сформированное изображение сохраняется на дисплее даже после отключения напряжения.

Процесс получения экранов по методике PABN LCD сводится к нанесению полимера на печатную форму, содержащую сетку с микроскопическими отверстиями, и последующему объединению получившегося слоя с RGB-фильтрами, массивами электродов и слоем жидких кристаллов, передаёт New Scientist.

Компания Hewlett-Packard уже продемонстрировала прототип PABN-экрана размером 4 × 3 см. Правда, созданный образец имеет очень большое время отклика, а получаемая на нём картинка содержит множество артефактов. Тем не менее, исследователи рассчитывают существенно улучшить характеристики но-

вых дисплеев в течение ближайших пяти лет. В частности, планируется разработка экрана формата A4 с разрешением 7000 × 5000 пикселей, что по качеству изображения сравнимо с глянцевыми журналами.

<http://www.terralab.ru/>

## Гибкие солнечные батареи толщиной с фотоплёнку

Не исключено, что уже в течение ближайших трёх лет на рынке появятся гибкие солнечные батареи, которые можно будет вшивать в одежду, наклеивать на стёкла автомобилей или другие поверхности. Разработкой подобных элементов питания в настоящее время занимаются учёные трёх европейских стран, а проект получил название H-Alpha Solar (H-AS).

В традиционных солнечных батареях применяются кремниевые пластины с примесями атомов фосфора и бора, которые образуют слои n-типа и p-типа соответственно. Возникающий при этом на p-n-переходе потенциальный барьер препятствует прохождению основных носителей заряда, однако беспрепятственно пропускает неосновные носители в противоположных направлениях. В результате под действием солнечного излучения через p-n-переход в обоих направлениях протекает ток неосновных носителей.

Аналогичный принцип положен и в основу работы элементов питания H-AS. Правда, изготавливаются они не из твердого, а из полиморфного кремния, благодаря чему, собственно, и удалось добиться существенного уменьшения толщины и хорошей гибкости: батареи H-AS лишь незначительно толще обыкновенной фотопленки. Процесс производства панелей H-AS требует использования температур до 200 градусов Цельсия. По этой причине такие батареи вначале изготавливаются на алюминиевой основе, которая затем удаляется, а получившийся слой покрывается пластиком.

Кoeffициент полезного действия современных солнечных батарей достигает 20%. КПД элементов питания H-AS несколько ниже – около 7%. Однако, по мнению исследователей, в данном случае не слишком высокая эффективность компенсируется другими достоинствами – гибкостью, низкой стоимостью производства (один евро в расчёте на Ватт) и универсальностью. Кстати, в перспективе учёные намерены увеличить КПД H-AS до 10%, – сообщает New Scientist.

<http://www.terralab.ru/>

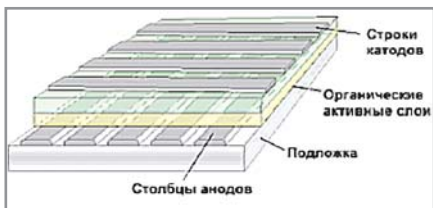


Рис. 10. Пассивная матрица OLED

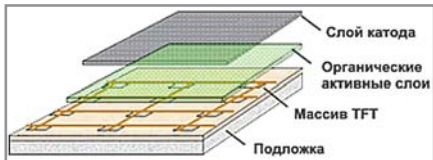


Рис. 11. Активная матрица OLED

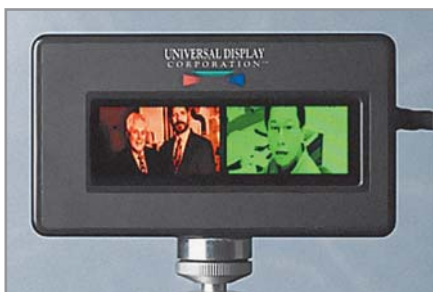


Рис. 12. OLED-дисплей Universal Display Corp.

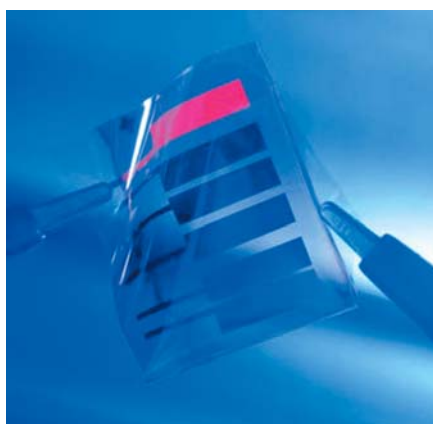


Рис. 13. Гибкие дисплеи FOLED

такие их характеристики, как чистоту цвета, надёжность функционирования и механическую прочность.

OLED-дисплеи могут быть выполнены на основе пассивной или активной матрицы.

Пассивная матрица дисплея состоит из массива отображающих элементов и пикселей, расположенных на поверхности по строкам и столбцам (см. рис. 10). В OLED-дисплее каждый пиксел является органическим светодиодом, образованным на пересечении каждой линии строки и столбца. Первые OLED, так же как и первые ЖКИ, адресовались как пассивная матрица. Это означает, что для активизации пиксела необходимо приложить напряжение к линиям строки и столбца, на пересечении ко-

торых находится нужный пиксел. Чем больший ток протекает через каждый пиксел, тем больше яркость наблюдаемого свечения.

В дисплее с активной матрицей массив также разделяется на строки и столбцы с пикселями, образуемыми на пересечении линий строк и столбцов. Однако здесь каждый пиксел состоит из органического светодиода (OLED), включённого последовательно с тонкоплёночным транзистором (TFT), выполняющим функцию коммутатора, регулирующего уровень тока через OLED (см. рис. 11).

В активной матрице OLED-дисплея (AMOLED) информация посылается микротранзистору каждого пиксела, задавая яркость его свечения. TFT-транзистор запоминает эту информацию и плавно регулирует ток через OLED. На рисунке 12 показаны образцы таких дисплеев.

Компания UDC предлагает несколько разновидностей OLED-дисплеев:

- TOLED – прозрачные органические светоизлучающие устройства;
- FOLED – гибкие органические светоизлучающие устройства;
- SOLED – сложенные органические светоизлучающие устройства.

В дисплеях TOLED используется прозрачная основа, что позволяет создавать дисплеи с излучением только вверх, только вниз или в оба направления. Технология TOLED позволяет получать высококонтрастные изображения, что улучшает читаемость дисплея при ярком солнечном свете. Поскольку TOLED имеет 70-% прозрачность в выключенном состоянии, он может быть интегрирован в автостёкла в качестве табличек или указателей. Прозрачность дисплеев TOLED даёт возможность использовать их с непрозрачными подложками из металла, фольги или кремниевого кристалла, что позволяет создавать дисплеи с отображением только вперед. Простой TOLED дисплей может быть потенциально встроен в будущие динамические кредитные карты. За счёт использования поглотителя с низким коэффициентом отражения (чёрный фон) позади верхней или нижней поверхности TOLED, контрастное отношение может быть значительно улучшено по сравнению с отражающими ЖКИ и OLED. Это особенно важно в приложениях, работа-

ющих при дневном свете, например, в мобильных телефонах и кабинах авиационной техники.

Встраивая органическую плёнку в гибкую поверхность, производители получают исключительные по своим качествам гибкие дисплеи – FOLED (см. рис. 13). Плоские отображающие панели традиционно выпускаются на стеклянной основе вследствие структурных ограничений и/или ограничений технологического процесса. Гибкие материалы обладают существенными преимуществами в сравнении со стеклянной основой. Впервые дисплеи могут быть выполнены на разнообразных типах подложек: от прозрачных тонких плёнок до отражающей металлической фольги. Эти материалы позволяют изгибать и скручивать дисплеи, приспособливая их к любой поверхности. Это означает, что FOLED-дисплей можно встроить в шлем, в рукав рубашки солдата, в приборную панель самолета или на стекло окна автомобиля. Использование тонких пластиковых подложек также существенно уменьшает вес тонких отображающих панелей в готовых телефонах, портативных компьютерах и, особенно в массовой сфере настенного телевидения. Дисплеи FOLED обладают повышенной стойкостью к изломам, устойчивостью к внешним воздействиям и более длительным сроком службы по сравнению с аналогами на стеклянной основе. По заявлениям компании UDC, её партнеры по исследованиям в области технологии производства FOLED разработали эффективный процесс фазового смещения органического пара (OVPD), позволяющий создавать FOLED в технологическом цикле «рулон к рулону». Этот процесс отвечает потребностям массового производства и позволяет выпускать дисплеи на основе OLED наименьшей стоимости по сравнению с большинством плоских отображающих панелей, изготовленных по другим технологиям.

Дальнейшее развитие OLED-дисплеев привело к появлению т.н. «сложенных OLED» (SOLED). В них используется принципиально новая архитектура организации пиксела, разработанная компанией Universal Display. В дисплеях SOLED пиксел представляет собой вертикальную структуру расположенных друг над другом красного, зелёного и синего

подпикселей, что отличается от расположения подпикселей в одной плоскости один возле другого, как в обычных дисплеях на основе ЭЛТ или ЖКИ. Это улучшает разрешающую способность дисплея в три раза и повышает качество цветопередачи. Для раздельной регулировки цвета и яркости каждый красный, зеленый и синий (RGB) подпиксельные элементы управляются индивидуально. Задание цвета выполняется за счёт регулировки уровня тока в этих трёх элементах. Регулировка яркости осуществляется путём изменения общего тока через сток ячейки. Получение градаций серого выполняется за счёт широтно-импульсной модуляции сигналов, подаваемых на подпиксели. Технология SOLED компании UDC является первой демонстрацией вертикально-интегрированной структуры, в которой цвет, яркость и шкала серого могут настраиваться независимо, обеспечивая полноцветное изображение с высоким разрешением. Важной особенностью SOLED является очень высокий коэффициент заполнения, достигающий 100%. Например, когда у классического пол-

ноцветного дисплея устанавливается зелёный цвет, красный и синий подпиксели отключаются. Напротив, при тех же условиях у структуры SOLED все пиксели станут зелёными. Это означает, что архитектура SOLED обеспечивает лучшую цветопередачу и качество отображения. Ещё одной особенностью SOLED является равномерность цветопередачи при увеличении размера пиксела. Это важно для больших дисплеев, в которых пиксели имеют достаточные размеры, чтобы их можно было увидеть с малого расстояния. В традиционных ЭЛТ и ЖКИ-дисплеях глаз с близкого расстояния может увидеть раздельные красный, зелёный и синий цвета вместо эквивалентной смеси. У SOLED-дисплеев каждый пиксел излучает желаемый цвет, и поэтому цвет пиксела правильно воспринимается независимо от его размера и расстояния, с которого он наблюдается.

Впечатляющие достижения в области создания новейших дисплейных технологий демонстрирует южнокорейская компания Samsung Electronics. В январе 2005 года она объявила о создании самого большого в мире



Рис. 14. Самый большой OLED-дисплей от Samsung

дисплея OLED с диагональю 21 дюйм (см. рис. 14). Представленная модель имеет малое время отклика, яркость 400 кд/м<sup>2</sup>, контрастность 5000 : 1 и поддерживает разрешение WUXGA (1920 × 1200 пикселей). Дисплей с такими характеристиками прекрасно подходит для использования в телевизорах высокой чёткости, а поскольку при его изготовлении применялась хорошо отработанная инженерами компании технология аморфного кремния, следует ожидать быстрого выхода этого изделия на массовый рынок по конкурентоспособной цене. ©

# SIEMENS

## GSM-модемы

### MC35i Terminal и TC35i Terminal

А также антенны,  
блоки питания,  
интерфейсные кабели.

Поставка со склада в Москве.



**PROSOFT**®

МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru