

ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОДИОДЫ

УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ

Органические светодиоды (Organic Light Emitting Diodes, OLED) разрабатываются уже давно. Но их малый срок службы и высокая стоимость до сих пор сдерживают продвижение этих устройств на рынок. В то же время такие достоинства OLED, как отсутствие подсветки и в результате меньшая толщина экрана, широкий угол обзора, меньшая, чем у конкурирующих плоскопанельных средств отображения информации (в первую очередь ЖКД), потребляемая мощность, стимулируют продолжение их разработок. Они достаточно быстро нашли применение в портативных устройствах – сотовых телефонах, видеокамерах, карманных компьютерах, ноутбуках MP3- и DVD-плеерах и даже в электрической бритве. Но это не единственные области возможного применения OLED. Сегодня все больше внимания уделяется разработке ТВ-экранов на их основе и приборов, пригодных для создания осветительных устройств. Что же достигнуто за последнее время в области этих перспективных устройств?

Органический светодиод – это любой светодиод, слой излучающего электролюминесцентного материала которого формирует пленка органического соединения*. Он состоит из следующих элементов:

- подложки (пластмассовой, стеклянной, фольги);
- анода (прозрачного материала), который при прохождении тока инжектирует дырки;
- слоев органических материалов, один из которых проводит дырки, инжектируемые анодом (в качестве материала это-

*Майская В. Органические светодиоды. Новые звезды малых экранов.–ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, N8, с.10–14.

В.Майская

го слоя может применяться полианилин), а второй – электроны, инжектируемые катодом. В этом слое и происходит излучательная рекомбинация носителей заряда;

- катода, инжектирующего при прохождении тока электроны в излучающий слой. Катод может быть как прозрачным, так и непрозрачным (рис.1).

Существует несколько типов OLED:

- пассивно-матричные (Passive-Matrix OLED, PMOLED), элементы изображения (пиксели) которых формируются в точках пересечения перпендикулярных друг другу анодных и катодных полос (рис.2). Управление осуществляется внешней схемой. Яркость свечения каждого пикселя пропорциональна силе проходящего тока. PMOLED просты в изготовлении, но потребляют наибольшую в сравнении с другими типами OLED мощность (в основном из-за необходимости применять внешнюю схему управления). Правда, потребляемая ими мощность все же меньше, чем у ЖКД. На базе PMOLED целесообразно выполнять устройства отображения малых размеров (2–3", или 5–7,5 см) для сотовых телефонов, карманных компьютеров и MP3-плееров;
- активно-матричные (Active-Matrix OLED, AMOLED), управление которыми осуществляют тонкопленочные полевые транзисторы (ТПТ), формируемые в виде матрицы, располагаемой под анодной пленкой (рис.3). Потребляемая мощность активно-матричных диодов меньше, чем пассивно-матричных. Поэтому они пригодны для создания дисплеев больших размеров. К тому же, частота обновления данных у них больше, благодаря чему AMOLED пригодны для воспроизведения видеосигналов. Основные области применения сегодня – дисплеи портативных устройств, компьютерные мониторы, в будущем – большие ТВ-экраны, электронные вывески или рекламные щиты;
- OLED с прозрачным катодом, или прозрачные диоды (Transparent OLED, TOLED), все элементы которых (подложка, анод и катод), как следует из названия, прозрачны (рис.4). Прозрачные OLED могут быть как пассивно-матричными, так и активно-матричными. Используются в основном в нашиваемых дисплеях;

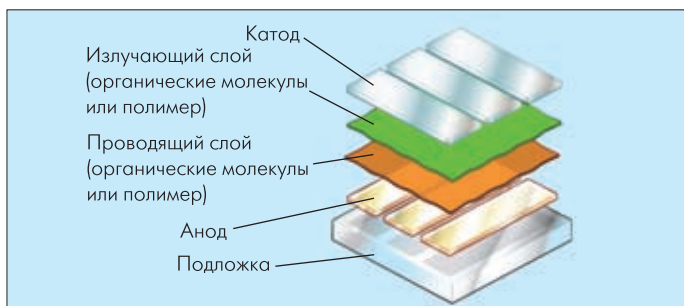


Рис. 1. Структура органического светодиода

- наборные OLED (Stacked OLED, SOLED), в которых красные, зеленые и синие субпиксели располагаются друг за другом, а не рядом как в обычных устройствах отображения информации. Такая вертикальная структура OLED благодаря независимой регулировке интенсивности излучения, цветопередачи и шкалы серого позволяет создавать полноцветные экраны с высоким разрешением;
- OLED с верхней излучающей поверхностью (Top-Emitting OLED, TEOLED) (рис.5). Подложка таких диодов может быть непрозрачной или отражающей. Этот тип OLED наиболее подходит для активно-матричных структур. Область применения – смарт-карты;
- гибкие OLED (Foldable OLED, FOLED), изготавливаемые на гибкой металлической фольге или пластмассе. Диоды этого типа очень легкие и прочные. Вероятность поломки сотовых телефонов и карманных компьютеров с дисплеями на основе таких OLED снижается. В будущем дисплеи на гибких OLED смогут быть включены в ткань для пошива "разумной" одежды для спасательных служб. А пока FOLED первых поколений перспективны для применения в устройствах с повышенной комфортностью, например в сотовых телефонах, адаптирующихся к форме руки владельца или в портативных DVD-плеерах с изогнутой поверхностью экрана;
- белые OLED (white OLED), излучающие более однородный и эффективный, чем флуоресцентные лампы, белый свет. Поскольку органические светодиоды могут изготавливаться на подложках больших размеров, они становятся серьезным конкурентом флуоресцентных осветительных ламп. Первоначально органические светодиоды выполнялись на органическом материале с малыми молекулами, так называемом маломолекулярном (или низкомолекулярном) матери-

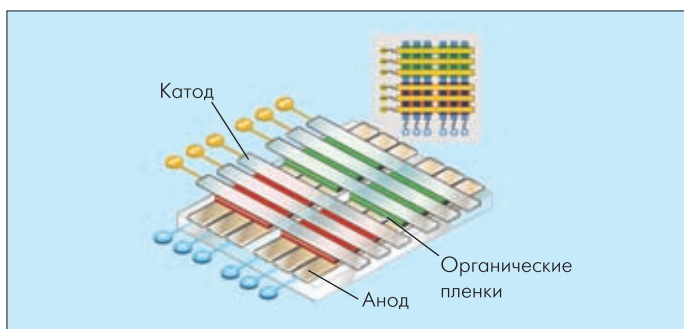


Рис.2. Структура пассивно-матричного OLED

але. Яркость излучения таких диодов высокая, но материал наносится на подложку достаточно дорогостоящим методом вакуумного осаждения. Поэтому в 90-х годах прошлого столетия компании Cambridge Display Technology (CDT) и Sumitomo Chemical предложили более дешевую технологию изготовления OLED на полимерах (Polymer OLED, POLED). К достоинствам этой технологии относится и возможность создания OLED-дисплеев больших размеров.

В последнее время внимание разработчиков привлекают так называемые фосфоресцирующие органические светодиоды (Phosphorescent OLED, PHOLED), разработанные компанией Universal Display Corp. (UDC). Это высокостабильные и эффективные приборы, в которых слои переноса дырок и электронов выполнены из маломолекулярного органического материала и растворимого нем фосфоресцирующего материала.

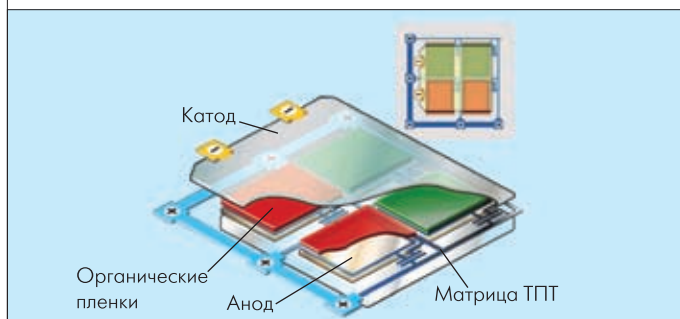


Рис.3. Структура активно-матричного OLED

Благодаря фосфоресценции PHOLED теоретически могут преобразовать 100% потребляемой энергии в световое излучение против 23% для обычных органических светодиодов. Высокий энергетический выход воплощается в значительное (в четыре раза) уменьшение потребляемой мощности и, соответственно, сокращение генерируемого тепла. Мощность, потребляемая созданным компанией UDC полноцветным активно-матричным PHOLED-дисплеем размером 2,2" (5,5 см) при яркости излучения 200 кд/м² и работе в видеорежиме (излучают 30% пикселей), составляет всего 125 мВт против 180 мВт для ЖКД с подсветкой и 240 мВт для обычного OLED с аналогичными характеристиками. Это в свою очередь позволяет изготавливать фосфоресцирующие органические светодиоды больших размеров. К тому же, PHOLED пригодны для изготовления активно-матричных дисплеев с ТПТ на поли- или аморфном кремнии. К их достоинствам относятся высокая яркость монохромных и полноцветных диодов, продолжительный срок службы при высокой спектральной стабильности.

Наиболее ответственный процесс при изготовлении OLED – нанесение пленок органического материала на подложку. В настоящее время используются следующие три метода:

- вакуумное осаждение, или вакуумное термическое распыление (Vacuum Thermal Evaporation, VTE). Метод дорогостоящий и малоэффективный;

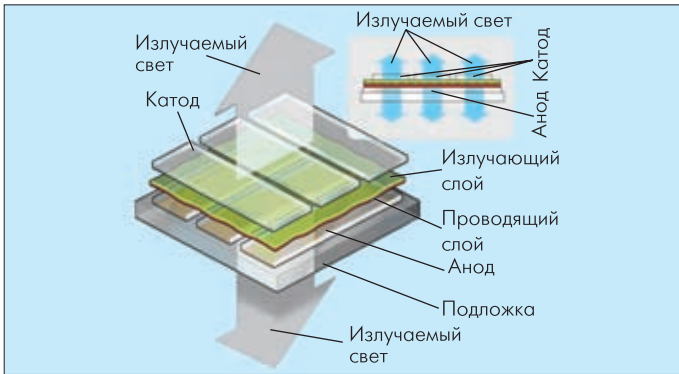


Рис.4. Структура прозрачного OLED

- осаждение из паровой фазы органического материала (Organic Vapor Phase Deposition, OVPO). Молекулы органического материала переносятся газом-носителем к холодной подложке, на которой они конденсируются, формируя пленку. Благодаря применению газа-носителя эффективность процесса повышается, а затраты на его проведение снижаются;
- струйная печать, при которой пленка наносится на подложку так же, как при печати текста и изображения на бумаге струйным принтером. По мере совершенствования используемых паст и оборудования этот метод позволит существенно сократить издержки производства OLED и формировать экраны больших размеров для телевизоров или рекламных щитов.

Интерес представляет осваиваемая сейчас высокопроизводительная технология "roll-to-roll", позволяющая, подобно печати газет, формировать приборы на движущейся пластмассовой ленте, длина которой может достигать нескольких километров.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Основные конкуренты OLED – ЖКД и светодиоды (СД). Первые находят широкое применение как в малогабаритных устройствах, так и в качестве больших ТВ-экранов. СД чаще всего применяются в цифровых часах. OLED имеет множество преимуществ перед этими двумя приборами. Органические пленки, формирующие OLED, тоньше, легче и более гибкие, чем кристаллические пленки ЖКД и СД. Благодаря этому их можно изготавливать на гибкой подложке, а не на стекле,

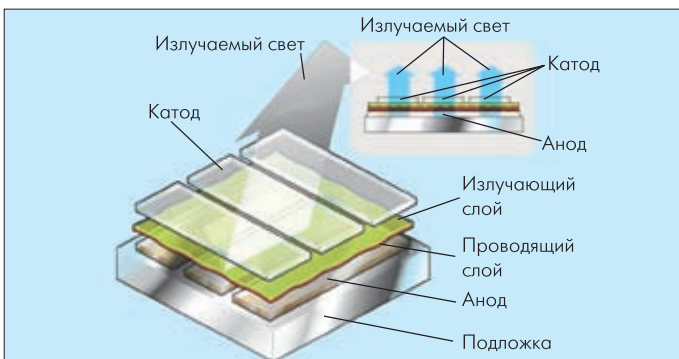


Рис.5. Структура OLED с верхней излучающей поверхностью

поглощающем часть излучаемого света. В результате яркость OLED выше. Они не требуют подсветки как ЖКД, а следовательно потребляют меньше энергии. Их легче изготавливать, при этом размеры устройств отображения могут быть достаточно большими (вплоть до видеостен с малой глубиной установки). Угол обзора OLED составляет ~170°.

К недостаткам OLED относятся малый срок жизни органических материалов синего свечения (1 тыс. ч против 10 тыс. – 40 тыс. ч для материалов белого и зеленого свечения), сложность и достаточно высокие издержки производства, плохая влагостойкость (вода легко повреждает органический материал).

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

OLED-дисплеи малых и средних размеров

Сегодня OLED в основном применяются в сотовых телефонах, портативных цифровых MP3-плеерах, автомобильных радиоприемниках, видеокамерах и т.п. Так, в большинстве сотовых телефонов компаний Motorola и Samsung цветной дисплей выполнен на органических светодиодах. Они используются и в ряде сотовых телефонов компании Sony Ericsson, в частности в модели Z610i. Основной сектор сбыта OLED – вспомогательные дисплеи сотовых телефонов. И по данным компании DisplaySearch, в 2007 году существенный рост продаж OLED-дисплеев (на 35% по сравнению с предыдущим годом) будет происходить в основном за счет увеличения объема отгрузок пассивно-матричных устройств, используемых во вспомогательных дисплеях. Доля OLED для вспомогательных дисплеев сотовых телефонов и дисплеев MP3-плееров в первом квартале 2007 года составила 87% от общего объема отгрузок OLED-дисплеев. При этом для вспомогательных дисплеев было поставлено 12,6 млн. OLED, для MP3-плееров – 4,0 млн. штук.

Наиболее перспективными сейчас признаны активно-матричные OLED (AMOLED)*. Это объясняется их отличными показателями, такими как малые масса, толщина (на 40% меньше, чем у современных дисплеев) и время отклика (в тысячу раз меньше, чем у ЖКД с ТПТ, или TFT LCD).

На прошедшей в мае 2007 года конференции-выставке Общества информационных дисплеев SID 2007 два крупнейших производителя плоскочелюстных дисплеев – компании Sony и LG.Philips LCD – представили гибкие AMOLED-дисплеи. Как правило, подложкой плоскочелюстных дисплеев служит стеклянная пластина малой толщины. Новые дисплеи японской и южнокорейской фирм – Sony и LG.Philips LCD – выполнены на тонких гибких пластинах пластмассы и металла, соответственно.

Демонстрировавшийся компанией Sony опытный образец гибкого полноцветного AMOLED-дисплея диаметром

*Беляев В. Куда несется мировой рынок плоскочелюстных дисплеев? И где он остановится? – наст. номер, с.112.

2,5" (6,25 см) с разрешением 120×160 пикселей (размером 318×318 мкм) и 8-бит шкалой серого воспроизводит 16,8 млн. цветовых оттенков (рис.6). Частота кадров составляет 60 Гц, рабочее напряжение – 12 В. Яркость, согласно техническим спецификациям, превышает 100 кд/м², контрастность – 1000:1. Многослойная структура дисплея образована слоями электродов, органических ТПТ и светодиодов, а также катодов, отделенных друг от друга органическими диэлектрическими пленками. Такая структура позволила наносить слой электродов до изготовления р-канальных ТПТ и, тем самым, не вносить дефекты в органический полупроводниковый слой. Температура формирования органических транзисторов с подвижностью носителей 0,1 см²/В·с составляла 180°C. Правда, при работе дисплея было отмечено не вполне удовлетворительное качество изображения, связанное с его изгибом. Тем не менее, гибкие дисплеи, как ожидается, найдут применение в карманных компьютерах, мобильных телефонах, электронных книгах и других технических новинках. Впрочем, пока корпорация Sony не уточняет сроков начала массового производства подобных экранов.

Размер AMOLED-дисплея на фосфоресцирующем материале компании LG.Philips LCD больше – 4" (10 см) по диагонали, разрешение – 320×240 пикселей. Дисплей способен отображать до 16,77 млн. цветов. В отличие от Sony, компания LG.Philips продемонстрировала лишь фотографию устройства со слегка изогнутым экраном. По утверждению разработчиков, это первый полноцветный AMOLED-дисплей, схема управления которого выполнена на ТПТ на аморфном кремнии (a-Si). Это позволит использовать существующие линии по производству ТПТ-ЖКД и тем самым ускорить выпуск новых изделий. В качестве подложки использовалась фольга из нержавеющей стали. Толщина дисплея равна всего 150 мкм. Разработка велась совместно с компанией UDC, владеющей патентами на технологию PHOLED.

О разработке новых AMOLED-дисплеев в начале 2007 года объявила компания MagnaChip Semiconductor (Южная Корея) – создатель и поставщик датчиков изображения, полупроводниковых цифровых схем и схем обработки смешанного сигнала. Разрешение дисплея 240×432 пикселей (WQVGA), цветовая палитра – 262 тыс. оттенков. Встроенное ЭСППЗУ обеспечивает управление контрастностью воспроизведения, частотой и энергопотреблением, а цифровой последовательный интерфейс MDDI (Mobile Digital Display Interface) разработки компании Qualcomm способствует более быстрой передаче данных. Функция автоматической регулировки яркости изображения экономит энергопотребление и продлевает срок службы батареи. В дальнейшем предполагается раздельная регулировка RGB, что обеспечит достижение более стабильной и совершенной цветности, а в результате и более натурального изображения. По утверждению фирмы, новый AMOLED-дисплей уже готов к внедрению в производ-



Рис.6. Гибкий дисплей компании Sony

ство. Предназначен для мобильных телефонов с возможностью воспроизведения ТВ-изображения и мультимедийных телефонов.

В мае 2007 года о начале производства AMOLED-дисплеев размером 2" (5,0 см) объявила Chi Mei EL (CMEI), дочерняя компания фирмы Chi Mei Optoelectronics (CMO) (Китай). Ежемесячный объем их отгрузок пока составляет 15 тыс. штук. Компания приступила и к отгрузкам опытных образцов AMOLED-дисплеев размером 2,4" (6,0 см). Серийное их производство планируется на сентябрь или октябрь этого года. Отмечается, что выход годных дисплеев размером 2" превышает 60%, дисплеев размером 2,4" – около 50%.

Компания LG Electronics во втором квартале 2007 года также приступила к массовому производству AMOLED-панелей, которые она планирует установить в двух-трех новых моделях сотовых телефонов. Кроме того, компания ведет переговоры с LG.Philips LCD относительно лицензирования ее технологии изготовления AMOLED на стеклянных подложках с ТПТ на низкотемпературном поликремнии (Low-Temperature Poly-Silicon, LTPS). Вместе с тем, компания намерена прекратить производство пассивно-матричных дисплеев.

"Самый тонкий в мире AMOLED-дисплей" представил на SID 2007 крупнейший производитель устройств отображения информации для мобильных телефонов – компания Samsung SDI. Разрешение дисплея с размером по диагонали 2,2" (5,5 см) и толщиной всего 0,52 мм составляет 320×240 пикселей, контраст – 10000:1, срок службы – ~50 тыс. ч при яркости 200 кд/м². Изготовлен дисплей на стандартной стеклянной подложке с LTPS ТПТ. Предназначен для самых разнообразных микротелефонных трубок.

А на Международной конференции по информационным дисплеям 2006 года (International Meeting on Information Display, IMID) Samsung SDI экспонировала AMOLED-дисплеи с размером по диагонали 4,3 и 2,4" (10,75 и 6,0 см, соответственно). Их яркость составляла 529 кд/м², контрастность – 2000:1, время отклика – 0,01 мс. Цветовая палитра – 16 млн. оттенков. Эти дисплеи четвертого поколения также выполне-

ны с LTPS TPTT. Как показали исследования специалистов компании, ряд AMOLED-дисплеев гораздо быстрее, чем активно-матричные ЖКД, воспроизводят трехмерное изображение, к тому же и с большим разрешением. Сейчас Samsung планирует освоить производство AMOLED-дисплеев с размером по диагонали 2,0–2,6" (5,0–6,5 см) на новом заводе в Шеонане, первую линию которого планировалось ввести в строй в конце 2006 года. Завод должен выпускать ежегодно 20 млн. дисплеев, предназначенных для мультимедийных мобильных телефонов. При этом ежемесячный объем выпуска дисплеев размером 2,2" и толщиной 0,52 мм должен составить 1,5 млн. шт.

Кроме того, Samsung создала для "тощих" ПК AMOLED-дисплей размером 17" (52,5 см) и толщиной 12 мм. Разрешение его составляет 1600×1200 пикселей, время отклика – менее 0,01 мс, яркость – 400 кд/м², контрастность – 1000:1. Правда, пока неизвестно, скоро ли этот дисплей появится на рынке. Но когда это произойдет, он не останется незамеченным.

Но не AMOLED единими жив рынок органических светодиодов. Шотландская компания MicroEmissive Displays (MED) представила на SID 2007, как она утверждает, первый и единственный микродисплей типа ME3204 на основе POLED, разработанный по лицензии, приобретенной у компании CDT. Так называемый "глазной экран" (eyescreen) – это полноцветный дисплей с размером по диагонали 2,4" (6 мм) и разрешением 320×420 пикселей. Коэффициент заполнения дисплея (доля площади, занимаемой светящимися пикселями) составляет ~80%. Скорость сканирования – 50–120 кадров/с. В микродисплей ME3204 входят электронная схема управления, последовательный RGB-интерфейс, параллельный видеоинтерфейс, совместимый со стандартом BT.656, и цветные светофильтры (рис.7).

Работает POLED-дисплей при напряжении 2,5 В, потребляет 50 мВт, т.е. теоретически продолжительность его рабо-

ты при питании от одной щелочной АА-батареи составит 30 дней. Диапазон рабочих температур – от -20 до 60°C. Размер микродисплея 14×10 мм. Крепится он на гибкой ленте шириной 50 мм (рис.8). Предназначен в первую очередь для применения в качестве нашиваемого дисплея и в электронных видеоискателях. ME3204 уже нашел применение в цифровых фотоаппаратах и системах ночного видения. Изготавливается на предприятии компании MED в Дрездене.

Один из важных параметров OLED-дисплея для мобильных устройств – яркость свечения в пересчете на затрачиваемую энергию. Поэтому сегодня работы по совершенствованию КПД органических светодиодов ведутся не менее интенсивно, чем работы по совершенствованию качества отображаемой дисплеем картинки. Учеными Окриджской национальной лаборатории (Oak Ridge National Laboratory, США) был предложен метод увеличения КПД OLED более чем на 30%. Спасибо в очередной раз стоит сказать наночастицам.

Исследователи из Оук Риджа решили добавить в полимерную матрицу магнитные наночастицы кобальта и железа (концентрации не более 0,1%). Это привело к 27%-ому увеличению КПД, а при приложении к органическому светодиоду внешнего магнитного поля этот показатель возрастал еще на 5%. Таким образом, суммарное повышение КПД составило 32% по сравнению с обычными OLED.

Производители OLED на протяжении последних нескольких лет стремятся начать массовые отгрузки новых перспективных дисплеев для мобильных устройств. Но им нелегко вытеснить на рынке основного конкурента – ЖКД, которые имеют 30-летнюю историю, развитую инфраструктуру и производство которых характеризуются высоким выходом годных. Лишь сейчас, благодаря получению новых материалов, позволивших увеличить срок жизни OLED, и развешиванию в АТР производства AMOLED-дисплеев, их рынок становится реальностью. Пока цена AMOLED-дисплеев для мобильных

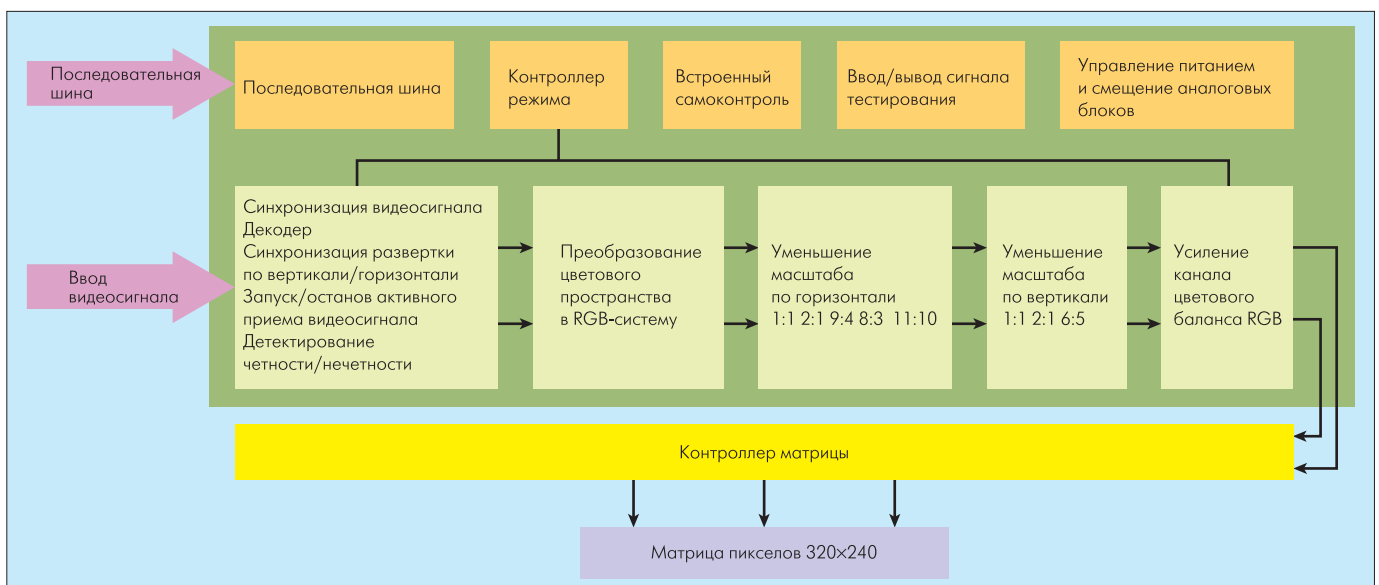


Рис.7. Блок-схема POLED-микродисплея ME3204

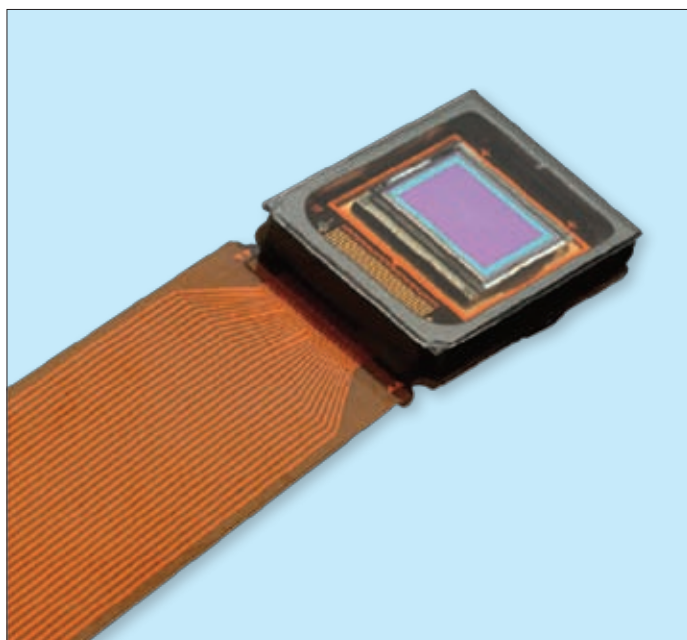


Рис.8. Высококачественный малогабаритный POLED-микродисплей ME3204

устройств примерно на 60% выше, чем ЖКД. Однако по оценкам компании Samsung, к 2010 году по стоимости они станут конкурентоспособными с ЖКД.

Интересна и работа ученых Национального университета Тайваня по улучшению контрастности AMOLED-дисплеев путем размещения за ними солнечной батареи. В структуру OLED, как правило, входит тыльный электрод, ухудшающий контраст и отражающий свет и тогда, когда панель не работает. Попытки уменьшения количества отражаемого света и увеличения контраста приводили к потере энергии фотонов и подавлению части излучения диода. Солнечная батарея, размещенная за OLED, поглощает падающий свет и излучение диода, преобразуя их в электрическую энергию, которая используется для повторного возбуждения фотогальванической реакции. И хотя эффективность повторной подачи энергии пока составляет всего 0,26%, ученые считают, что за счет использования более эффективных OLED и солнечных батарей им удастся существенно увеличить этот показатель. По утверждению разработчиков, применение солнечной батареи позволило уменьшить отражение, характерное для обычных OLED, с 70 до ~1,4% без ухудшения эффективности электролюминесценции.

Благодаря малому времени отклика и хорошему воспроизведению цветного изображения, а также все большей работоспособности технологии OLED становятся весьма перспективными и для создания больших ТВ-экранов. Совершенствование технологии и удешевление OLED, возможно, приведет к появлению в ближайшее время "сверхплоских" телевизоров с экранами на органических светодиодах с чрезвычайно высокой яркостью и малым энергопотреблением. И число фирм, направляющих свои усилия на разработку таких экранов, растет.

OLED ТВ-экраны

Интерес к OLED ТВ-экранам стимулировало заявление компании Sony на крупнейшей выставке плоскопанельных дисплеев FINETECH 2007 о намерении начать в этом году производство OLED-экранов с диагональю 11" (27,5 см) и SVGA-разрешением (1024×600 пикселей). Экран с яркостью 600 кд/м², контрастом 1000000:1 и 100%-ной цветовой NTSC-палитрой компания продемонстрировала на международной выставке бытовой электроники CES 2007. Толщина экрана ~3 мм. Дисплей выполнен на маломолекулярном материале и LTPS КМОП-транзисторах. Для обеспечения требуемой цветовой палитры в дисплее использован световой фильтр.

Компания планирует ежемесячно выпускать 1 тыс. таких AMOLED-экранов. Правда, их цена будет в несколько раз выше, чем у ЖК-экрана того же размера. Согласно оценкам компании DisplaySearch, 11-дюймовый OLED-экран фирмы Sony будет стоить около 700 долл., что равно стоимости ЖК-панели размером 40" (100 см). Современная ЖК-панель размером 10" (25 см) стоит ~100 долл. И еще в 2011 году большие OLED-панели могут быть вдвое дороже ЖК-экранов.

Для успешного развития рынка OLED ТВ-экранов изготовители должны освоить массовое производство AMOLED-панелей среднего и малого размера с приемлемым выходом годных (сейчас, по данным компании Samsung SDI, из десяти производимых AMOLED-панелей размером 2,2" только четыре оказываются годными) и снизить их стоимость. Очевидно, первые OLED-телевизоры будут иметь небольшие экраны и устанавливаться на кухнях или в ванных комнатах. А рынок таких телевизоров невелик.

Серьезные конкуренты OLED на рынке телевизоров – ЭЛТ, плазменные панели, проекционные системы, не говоря о таких новых перспективных технологиях, как дисплеи с поверхностной эмиссией электронов (Surface-conduction electron-emitter Displays, SED) и дисплеи на углеродных трубках. Все это затруднит проникновение OLED на рынок телевизоров. И согласно оценкам компании iSupply, на долю OLED-телевизоров в 2011 году придется менее 0,5% мирового телевизионного рынка, равного 242,7 млн. штук. В 2012 году, по данным iSupply, будет отгружено 1,2 млн. OLED-телевизоров при среднегодовых темпах прироста в сложных процентах 35%. Доходы от продаж в 2012 году составят 691 млн. долл. против менее 1 млн. долл. в 2007-м (рис.9). Прогнозы компании DisplaySearch более оптимистичны: 3 млн. OLED ТВ-панелей в 2011 году.

С учетом всего вышесказанного компания Samsung, представившая еще на выставке SID 2005 опытный образец OLED-панели с диагональю 40" (100 см) и разрешением 1280×800 пикселей каждого цвета, высказала сомнения относительно того, что Sony сможет начать отгрузки своей 11-дюймовой панели. "Возможно, они смогут изготовить сотню или даже тысячу пробных панелей. Но не больше", – утверж-

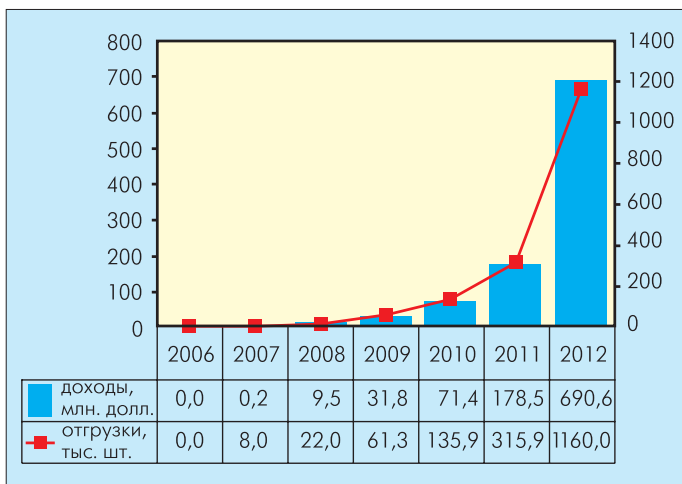


Рис.9. Прогноз мирового рынка OLED-телевизоров компании iSupply

дает вице-президент и руководитель работ в области OLED компании Samsung SDI Ёо Эю-Джин.

Тем не менее, работы по созданию OLED-дисплеев большого размера не прекращаются.

На выставке CES 2007 компания Sony помимо дисплея размером 11" представила и OLED-панель с диагональю 27" (67,5 см) и разрешением 1920x1080 пикселей. Контраст панели превышает 1000000:1, максимальная яркость – 600 кд/м². По мнению аналитиков компании DisplaySearch, вслед за Sony панели большого размера в 2008 году начнет выпус-

кать Samsung SDI, а в 2009-м – Toshiba Matsushita Display Technology (образована фирмами Toshiba и Matsushita с целью разработки OLED-панелей для телевизоров). На выставке SID 2007 компания Samsung продемонстрировала гибкий монохромный дисплей с диагональю 40" и разрешением 1366x768 пикселей. Панель потребляет всего 300 мВт при обновлении изображения с частотой один кадр в минуту. Кроме того, на выставочном стенде Samsung посетители могли увидеть гибкий цветной дисплей с диагональю 14,3" (36 см).

Совместное предприятие Toshiba Matsushita Display Technology (TMD) объявило в начале 2007 года о создании панели размером 20,8" (52 см) полимерном материале компании CDT с LTPS ТПТ. Слои полимеров красного, синего и зеленого излучения наносились дешевым методом струйной печати. Разрешение панели – 1280x768 пикселей (WXGA). Воспроизводит она 16,7 млн. цветов.

Органические светодиоды все активнее заявляют о своих правах на рынке портативных устройств и плоских телевизоров, но революционной новинкой они могут стать на рынке высокоэффективных источников белого света.

Осветительная аппаратура

Будущее твердотельных средств освещения, особенно органических светодиодов, выглядит весьма обнадеживающим.

И объясняется это в первую очередь их высокой эффективностью. Если эффективность излучения света лучших моделей флуоресцентных ламп составляет 15%, а ламп накаливания всего 5%, то для OLED этот показатель может достигать почти 100%. А срок службы "OLED-лампы" равен 100 тыс. ч, тогда как лампочка накаливания перегорает через 1 тыс. ч работы. Согласно прогнозам исследовательской компании NanoMarkets, к 2014 году продажи OLED белого света достигнут 1,4 млрд. долл. Они найдут применение не только в осветительной аппаратуре, но и в специализированных устройствах, например архитектурных украшениях (светящиеся бытовые приборы и стены помещения, что позволит отказаться от обычных средств освещения), в системах освещения транспортных средств, вывесках, наружных логотипах и т.п.

Поэтому неудивительно, что в США и Европе развернуты правительственные программы по разработке OLED белого света. Европейское сообщество намерено изучить новые средства освещения помещений с тем, чтобы к 2009 году отказаться от ламп накаливания, пожирающих ~30% вырабатываемой электроэнергии.

Европейский консорциум OLLA (изготовителей органических светодиодов высокой яркости для систем освещения), объединяющий 24 научно-исследовательских института и компании восьми европейских стран, с начала 2005 года проводит работы по проекту создания OLED для информационных и связанных средств, а также осветительной аппаратуры следующего поколения. В задачи проекта входит создание OLED-осветительных устройств со световой отдачей 50 лм/Вт (световая отдача обычных ламп накаливания – 12 лм/Вт), сроком службы 10 тыс. ч при начальной яркости 1000 кд/м².

На сегодняшний день в рамках проекта компанией Royal Philips Electronics на основе смеси флуоресцентного и фосфоресцирующего органических материалов созданы OLED белого свечения с запатентованной фирмой Novaled (Германия) p-i-n-структурой. Световая отдача опытных образцов составила 25 лм/Вт, срок службы – более 5 тыс. ч при начальной яркости 1000 кд/м². Достигнутый срок службы в сочетании с высокой эффективностью – важный шаг на пути реализации средств освещения на базе OLED.

В 2005 году совместными усилиями Philips и Novaled был создан опытный образец органического светодиода, сопоставимого по коэффициенту светопередачи (Color-Rendering Index, CRI), равного 88, с флуоресцентными лампами. Световая отдача диода составила 32 лм/Вт, яркость – 1000 кд/м², а срок службы, по утверждению компании Novaled, – 20 тыс. ч.

Разработку OLED на маломолекулярном материале ведет и крупнейший мировой производитель осветительных приборов – компания Osram (Германия). Компанией разработаны диоды с максимальной световой отдачей 25 лм/Вт (среднее значение – 18 лм/Вт).

Компания CDT совместно с Университетом Дарема и компанией Thorn Lighting проводят трехлетнюю программу разработки органических материалов и архитектур осветительных приборов, пригодных для производства аппаратуры с большой площадью освещения. Стоимость проекта 3,3 млн. фунтов стерлингов. По мнению участников проекта, полимерные материалы обеспечат возможность создания осветительных панелей большой площади при достаточно низких издержках их производства.

В рамках 14-летней программы, финансируемой Министерством энергетики США и частично компанией UDC, специалисты Принстонского университета и Университета Южной Калифорнии модифицировали структуру OLED с целью значительного увеличения срока службы и эффективности диода. Суть модификации заключается в замене быстро выгорающего флуоресцентного слоя синего свечения фосфоресцирующим слоем.

Серьезный недостаток в области разработок осветительных устройств на основе OLED – отсутствие стандартов на органические диоды белого свечения. Это не позволяет проводить достоверное сравнение параметров диодов различных изготовителей. Поэтому в рамках проекта OLLA решено подготовить белую книгу по измерению параметров осветительных OLED с тем, чтобы поддержать стандартизацию рабочих характеристик этих приборов.

К недостаткам OLED относится и их низкая влагостойкость. Поэтому эксперты считают, что осветительная аппаратура на основе OLED начнет широко применяться не раньше, чем через 10 лет. Пока же монохромные OLED-дисплеи и панели белого свечения найдут применение в таких нишах, как светящиеся торговые знаки, размещаемые на киосках. Тем не менее, разработки OLED белого цвета продолжают

Конечно, поначалу бурный рост OLED-технологии существенно переоценили. К 2005 году этой технологии пророчили примерно 30–40% рынка дисплеев для портативных устройств. Пока этого не произошло. Однако ни в коем случае нельзя утверждать, что OLED-технология бесперспективна и производители могут от нее отказаться. С 2002 года число устройств, в которых применяются OLED-дисплеи, неуклонно растет. И если первоначально они использовались для создания миниатюрных вспомогательных индикаторов небольших сотовых телефонов и плееров, то сейчас уже они добрались до ПК и постепенно подбираются к приборам, требующим устройства отображения с большой диагональю. Если развитие будет продолжаться в том же темпе, то, скорее всего, уже в следующем году в продаже появятся первые серийные телевизоры с OLED-экранами. И тогда уже к концу десятилетия органические светодиоды начнут в полной мере вытеснять жидкокристаллические панели. А нам остается лишь наблюдать за происходящим.