

Рынок плоских дисплеев

конкуренция обостряется

Н. Соловьева

Устройства отображения играют важную роль в информационных системах. Разработки в этой области непрерывно интенсифицируются. Все больше конкурентов появляется у старейшего устройства отображения — ЭЛТ, и все больше внимания уделяется созданию плоских индикаторов. Изготовители различных типов таких индикаторов направляют свои усилия на завоевание конкретных ниш применения, где можно наиболее полно реализовать достоинства их изделий.

Согласно исследованию ведущей американской маркетинговой фирмы Electronic Trend Publications, по мере расширения областей применения плоских дисплеев, завоевания ими лидирующего положения на рынке телевизоров и портативных компьютеров (рис. 1) мировой объем их продаж к 2000 году достигнет 14–21 млрд. долл. (в зависимости от стоимости жидкокристаллических индикаторов с активной матричной адресацией — ЖКИ с АМА).

Наибольшим спросом на мировом рынке плоских дисплеев до 2000 года по-прежнему будут пользоваться ЖКИ (рис. 2). По мнению экспертов фирмы Stanford Resources (США), в 1995–1998 годах мировой объем продаж ЖКИ возрастет с 9,96 до 16,98 млрд. долл. (рис. 3). Опрос, проведенный фирмой Dataquest (США), показал, что в 1994 году 71% потребителей ЖКИ приобретали монохромные панели, цветные дисплеи же в основном (более чем на 60%) выполнялись на базе пассивных устройств. Однако к концу столетия следует ожидать увеличения доли цветных дисплеев на базе ЖКИ с АМА (рис. 4), широкое применение которых начнется в 1997 году.

Уже сейчас спрос на цветные ЖКИ с АМА на тонкопленочных полевых транзисторах (ТПТ) и высокой разрешающей способностью для электронных записных книжек значительно превышает предложение. Это вызвано тем, что по сравнению с пассивными индикаторами контраст и цветовая насыщенность таких устройств лучше, а воспроизводимый цвет более естественен. Кроме того, они могут воспроизводить движущиеся

объекты, что позволяет использовать их для демонстрации мультфильмов и видеоклипов. На спрос не влияет их более высокая цена по сравнению с пассивными ЖКИ (в среднем на 500 долл.) и такие достоинства последних, как большой срок службы батарей, малая толщина (1–2мм) и лучшая видимость при солнечном освещении.

Благодаря новым областям применения (например, в контрольно-измерительном оборудовании) сохранится спрос на небольшие, достаточно дешевые ЖКИ и монохромные дисплеи. Последние все меньше используются в портативных компьютерах, где наблюдается рост спроса на дорогие индикаторы с высоким качеством воспроизведения, пригодные для применения в системах комплексной обработки информации. В будущем десятилетия ЖКИ начнут широко использоваться в системах непосредственного взаимодействия с человеком (типа “рабочий стол”), которые пока выполняются на базе ЭЛТ.

С 1991 года наблюдается тенденция к снижению цен на ЖКИ (по оценкам фирмы Sharp, примерно на 20% ежегодно), что обусловлено увеличением спроса и объема производства, появлением на рынке новых поставщиков ЖКИ, освоением производства индикаторов по новым технологиям.

По оценкам фирмы Fujitsu Microelectronics, в 1995 году цены на ЖКИ с АМА, графическим форматом VGA-стандарта и размером экрана по диагонали 26,4см должны были снизиться по сравнению с предыдущим годом с 975 до 725–800 долл., а SVGA-стандарта — с 1100 до 850–900 долл. при продаже партий в 5 тыс. штук.

Основным препятствием расширению производства ЖКИ с АМА на ТПТ наряду с относительно низким выходом годных (в частности, на фирме NEC — около 60, и лишь в отдельных случаях 75%) по-прежнему остается высокая стоимость компонентов (цветных светофильтров, задающих ИС и приборов подсветки), на долю которой приходится около 50% стоимости индикатора. Несмотря на совершенствование технологии изготовления и появления на рынке новых поставщиков, цены на эти компоненты в ближайшие годы, вероятно, существенно не снизятся.

Лидируют на рынке ЖКИ японские фирмы. Чтобы сохранить свое положение, в 1996–1997 годах они планируют значительно расширить производство ЖКИ с высокой разрешающей способностью для электронных записных книжек. В частности, в середине 1995 года NEC начала выпуск ЖКИ с АМА на ТПТ с размером экрана по диагонали 26,4см на новом, третьем по счету предприятии по производству плоских панелей. Фирма Sharp построила завод третьего поколения и планирует инвестировать в производство ЖКИ до 590 млн. долл. В ближайшие годы ведущие японские фирмы вложат в наращивание производственных мощностей по выпуску ЖКИ с АМА на ТПТ 4,4 млрд. долларов.

Активизировалась деятельность южнокорейских фирм по производству ЖКИ с АМА на ТПТ, что, по мнению представителей фирмы Samsung Semiconductor, может в ближайшее время привести к перепроизводству ЖКИ. Объем продаж ЖКИ с АМА на ТПТ в 1995

году оценивается в 4,6—6 млн. шт., а объем производства — в 9—14 млн. шт. Предполагается, что несколько сгладить создавшуюся ситуацию удастся за счет освоения новых областей применения.

Вышли на рынок и тайваньские изготовители, успешно конкурирующие с южнокорейскими фирмами. В результате можно ожидать, что к 2000 году устройства с АМА станут самым популярным типом ЖК-индикаторов (рис. 5).

В последнее время наряду с совершенствованием ЖКИ с АМА на ТПТ ведется активный поиск альтернативных технологий создания плоских индикаторных панелей. Наиболее обнадеживающие результаты получены для плазменных и электролюминесцентных (ЭЛ) устройств, характеризующихся высокими яркостью, разрешением, прочностью и термостабильностью, а также широким углом обзора (более 160 град. как по горизонталю, так и по вертикали).

По прогнозу фирмы Stanford Resources, к 2001 году резко увеличится мировой объем продаж плазменных дисплеев: с 271 млн. (1995 год) до 2,3 млрд. долл. Уже в 1996 году доля плазменных устройств в мировом объеме продаж плоских индикаторов (12,2 млрд. долл.) составит 3%. Европейский рынок плоских индикаторов, по прогнозам фирмы IMS Wellingborough (Великобритания), в 1994—1999 годах увеличится с 853,3 млн. до 1,267 млрд. долл. при среднегодовых темпах прироста 8,2%. Доля плазменных устройств составит не

менее 3%. Наиболее оптимистичен прогноз японских экспертов, считающих, что в конце 90-х годов доля плазменных панелей достигнет 10% (более 2 млрд. долл.) в объеме продаж плоских индикаторов вследствие освоения промышленной технологии после длительной стадии разработок.

Лидером в производстве цветных плазменных панелей по-прежнему остается фирма Thomson Tube Electroniques, выпускающая с 1990 года целый спектр таких устройств. Усилия разработчиков фирмы направлены на увеличение разрешающей способности панелей за счет уменьшения шага между ячейками с 0,66 до менее 0,4 мм. В ближайшее время планируется освоить производство плоских панелей переменного тока с размером экрана по диагонали 33 см, шагом между ячейками 0,4 мм и информационной емкостью 640x480 элементов изображения. Следующий этап — создание цветных мониторов для рабочих станций на базе панелей с размером экрана по диагонали 48 см и информационной емкостью 1280x1024 элемента изображения (шаг 0,3 мм).

Высоким разрешением — 1024x768 и 1280x1024 элементов изображения при диаметре экрана 76 и 53 см соответственно — характеризуются цветные плазменные панели переменного тока, выпускаемые с 1994 года фирмой Photonics Imaging Systems, занимающей третье место в мире по производству цветных плазменных панелей (после Thomson Tubes Electronics и

Fujitsu). В ближайшее время фирма планирует довести ежемесячный объем производства панели с размером по диагонали 76 см до 400—500 шт. Кроме того, на базе плазменных панелей с размером экрана по диагонали 53 см и информационной емкостью 1280x1024 элемента изображения фирма намерена освоить производство видеомониторов для корабельного оборудования и некоторых специальных типов систем гражданского назначения.

Однако основная тенденция в области плазменных индикаторных панелей — разработка устройств с большим экраном (диаметр от 53 см и более) для крупноформатных телевизоров, рынок которых сейчас активно развивается.

Плазменные панели первоначально успешно применяли в портативных вычислительных системах, в частности в электронных записных книжках, но из-за высокой потребляемой мощности и большой массы их стали заменять ЖКИ. Сейчас эти устройства привлекают разработчиков относительно простой и дешевой технологией изготовления с помощью методов трафаретной печати, обеспечивающих высокий процент выхода годных и позволяющих создавать экраны больших размеров (затраты на фотолитографию, применяемую при изготовлении ЖКИ, значительно выше). Кроме того, для плазменных панелей не требуются ТПТ и подсветка, благодаря чему уменьшаются масса и размер корпуса. Это особенно

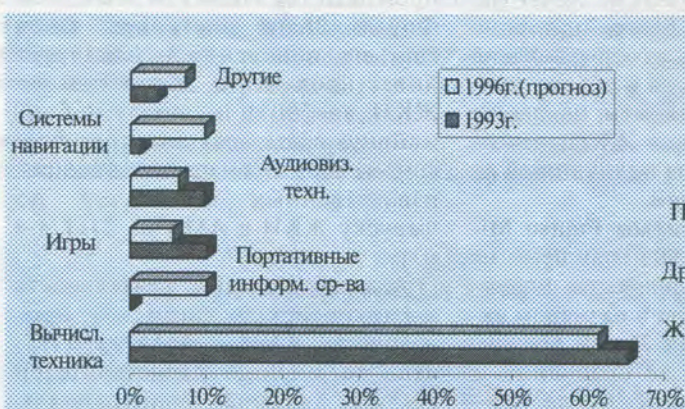


Рис. 1. Прогноз структуры мирового рынка ЖКИ по областям применения (доля в общем объеме продаж)

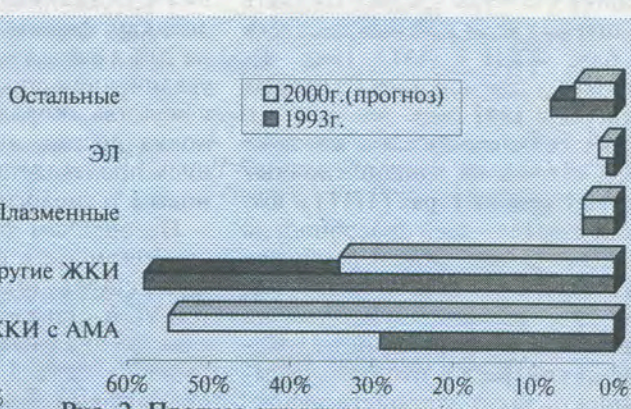


Рис. 2. Прогноз структуры мирового рынка дисплеев по технологиям (данные фирмы Stanford Resources)

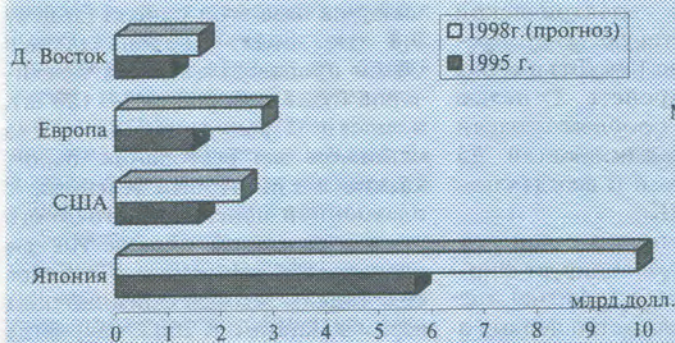


Рис.3. Прогноз динамики мирового рынка ЖКИ по странам (данные фирмы Standford Resources)

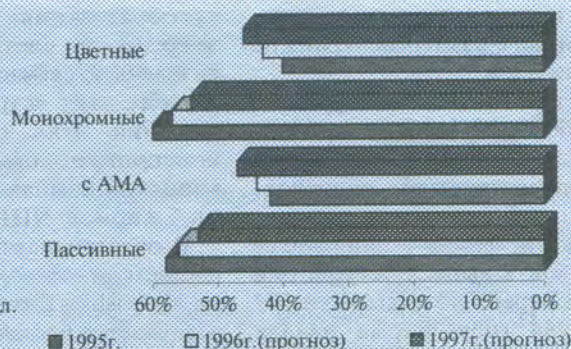


Рис.4. Прогноз структуры мирового потребления ЖКИ по типам (изменение доли в общем объеме потребления)

важно для настенного использования. Вероятно, такие панели смогут успешно конкурировать с проекционными дисплеями с большим экраном, поскольку имеют ряд преимуществ перед последними (высокую прочность и большой угол обзора). Правда, плазменные панели не смогут вытеснить относительно дешевые ЭЛТ и потому будут применяться в тех областях, где к габаритам (особенно к толщине) индикаторных устройств предъявляются высокие требования, в первую очередь в крупноформатных настенных телевизорах.

Однако, по мнению ряда экспертов, выпуск крупноформатных панелей по доступным ценам будет освоен только к 2000 году, а настенных телевизоров на их основе лишь в первом десятилетии следующего столетия. Поэтому изготовителям пока имеет смысл отложить строительство крупных производственных мощностей. Тем не менее ряд фирм, в том числе Fujitsu, Matsushita, Mitsubishi, NEC и Pioneer, активно ведут разработки крупноформатных плазменных панелей с размером экрана по диагонали 100 см и более. Об этом свидетельствуют доклады на симпозиуме Общества по информационным дисплеям 1996 года, в которых сообщалось о создании крупноформатных панелей для настенных телевизоров, готовящихся к выпуску в ближайшем будущем.

Так, фирма Fujitsu продемонстрировала опытный образец крупнейшего в мире цветного плазменного дисплея на переменном токе с размером экрана по диаго-

нали 107см, отразив притязания конкурентов на лидерство в этой области и обогнав по крайней мере на поколение другие фирмы в гонке за создание крупноформатного настенного телевизора. Толщина нового дисплея — 7,5см, угол обзора — 160 град, максимальная яркость — 300кд/м², контраст — 70:1, т. е. по качеству воспроизводимого изображения он не уступает лучшим дисплеям на ЭЛТ. Промышленное освоение таких дисплеев запланировано на октябрь 1996 года. Цена его, включая тюнер и звуковую систему, составит 6—9 тыс. долл., что в несколько раз выше цены дисплеев на ЭЛТ такого же размера.

Разработчики фирмы считают, что плазменные дисплеи большого размера получат широкое распространение лишь тогда, когда будут дороже устройств на ЭЛТ не более чем на 20%. Тем не менее к концу 1996 года ежемесячный объем производства крупноформатных дисплеев фирмы должен достичь 10 тыс. шт. Они дополнят семейство цветных дисплеев на переменном токе с размером экрана по диагонали 53 см, разработанное в 1993 году и выпущенное на рынок во второй половине 1995 года. Опытные образцы последних в начале 1994 года стоили 12,5 тыс. долл., после освоения их массового производства (10 тыс. панелей ежемесячно) цена была снижена до 8 тыс. долларов.

В 1995 году фирма затратила 210 млн. долл. на ввод в строй новой линии по выпуску плазменных панелей, в том числе упомянутого выше устройства с диагональю 102 см.

В 1998 году фирма намерена дополнительно инвестировать 420 млн. долл. в производство крупноформатных дисплеев с тем, чтобы к 2000 году увеличить ежемесячный объем выпуска до 100 тыс. шт. Кроме того, на 1998 год в рамках инвестиционного проекта, оцениваемого в 630 млн. долл., намечено закончить разработку плазменной панели с размером экрана по диагонали 140см, а также создать модель 107см панели со сверхвысоким разрешением (1000 строк).

Серьезную конкуренцию фирме Fujitsu составит NEC, где в 1994 году была разработана цветная плазменная панель на переменном токе с размером экрана по диагонали 102см (формат изображения — 9:16, информационная емкость — 840x480 элементов изображения). В ближайшее время фирма планирует освоить выпуск панелей с размером экрана 152см. Разработка настенного телевизора с размером экрана 152см должна закончиться к 1997 году. В 1994 году фирма вложила 51 млн.долл. в расширение производственных мощностей завода в г. Тамагава, где с 1996 года ежемесячно выпускается 1000 плазменных панелей. Кроме того, в планах фирмы ввод в строй производственной линии, на которой с 1997 года будет ежемесячно выпускаться 10 тыс. панелей (на это предполагается затратить 103 млн. долл.). К 2000 году фирма надеется увеличить выпуск до 150 тыс. панелей. В начале 1996 года она объявила о намерении выпустить на американский рынок

цветную плазменную панель переменного тока с размером экрана по диагонали 85см.

Не отстает от своих конкурентов фирма Mitsubishi, которая намерена вложить крупные средства в развитие инфраструктуры производства крупноформатных плазменных панелей, чтобы в ближайшее время освоить выпуск устройств с размером экрана по диагонали 102 см. В 1994 году фирма начала производство цветных плазменных панелей переменного тока с размером экрана по диагонали 51 см, воспроизводящих 16,7 млн. цветов. Средняя потребляемая мощность панели массой 6кг составляет 100Вт, контраст — 60:1, яркость — 150кд/м². Панели предназначены для видеомониторов НТСЦ систем и пока поставляются только на японский рынок. Фирма планировала ежемесячно продавать несколько сотен таких панелей по цене 10,8 тыс.долл. (удельная стоимость, т.е. стоимость в пересчете на 1см диагонали экрана, — около 200 долл.). К 1998 году предполагается снизить удельную стоимость панелей такого размера до 40 долларов.

Плазменные панели переменного тока характеризуются высокими показателями яркости и срока службы, но низким контрастом. Для их изготовления необходима сложная вакуумная технология, что затрудняет освоение производства панелей большого размера. По оценкам специалистов фирмы Matsushita, затраты на создание панелей переменного тока примерно на 20% превосходят затраты на устройства постоянного тока. В то же время на современных предприятиях по производству плазменных панелей с использованием метода трафаретной печати для нанесения толстых пленок можно освоить выпуск устройств постоянного тока с размером экрана по диагонали до 102см.

Панели на постоянном токе в сравнении с устройствами на переменном токе характеризуются более сложной структурой и потому дороже последних. Основные задачи, которые предстоит решить при разработке панелей на постоянном токе, — увеличение эффективности

преобразования электрической энергии в световую (не превышающую сейчас 1 лм/Вт) и срока службы этих устройств. С целью решения этих проблем создан консорциум, объединяющий 25 японских компаний и возглавляемый фирмой NHK.

В области плазменных панелей на постоянном токе лидирует фирма Matsushita Electric Industrial, где осваивается производство первых в мире телевизионных цветных плазменных панелей на постоянном токе с размером экрана по диагонали 66 и 102 см. Плазменные панели разработаны в рамках международной программы, в реализации которой принимали участие следующие фирмы:

— NHK: разработка основной технологии изготовления панелей, в том числе импульсного метода возбуждения с сохранением (запоминанием) состояния ячейки, что обеспечивает высокую яркость панели;

— Matsushita Electric Industrial: разработка высокоточного метода формирования рисунка электродов;

— Du Pont: создание сверхпрецизионной технологии нанесения тонких пленок электродов на основе новых материалов;

— Texas Instruments: разработка сверхбыстродействующих БИС управления, работающих в импульсном режиме и обеспечивающих воспроизведение с 256 оттенками серого и 16,77 млн. цветов.

Яркость первой освоенной в производстве панели типа TH-26PD двойного назначения (как для приемников ТВЧ, так и для компьютерных дисплеев) с размером экрана по диагонали 66см при формате 16:9 (вариант для ТВЧ приемника) равна 70кд/м²; толщина панели — 5,5см, масса — 17,5кг (что почти в два раза меньше, чем у ЭЛТ с экраном аналогичного размера); контраст — 150:1; угол обзора — 160град. Решение составляет 448x256 элементов изображения (896x512 ячеек), панель воспроизводит 16,77 млн. цветов с 256 оттенками серого.

В конце 1996 года фирма предполагала выпустить на японский рынок (экспорт пока не планируется) крупноформатный теле-

визор на базе этой панели по цене 9,8 тыс. долл. Первоначально объем производства таких телевизоров будет небольшим — 100 шт в месяц. Предназначены они в основном для ресторанов, баров, казино и т.п. Первый телевизор с плазменной панелью постоянного тока с размером экрана 102 см планируется выпустить в октябре 1997 года (к зимним Олимпийским играм в Нагано). К 2000 году, когда на рынке будут преобладать устройства с размером экрана по диагонали 102см, фирма намерена ежегодно отгружать 500 тыс. крупноформатных телевизоров.

Фирма NHK также выпустила опытный образец плазменной панели на постоянном токе для ТВЧ с размером экрана по диагонали 102см (толщиной всего 6 см и массой 8кг). В панели используется новая люминофорная структура отражательного типа, формируемая методом трафаретной печати и обеспечивающая высокие уровни яркости (150кд/м²) и контраста. Для нее разработана новая задающая схема, потребляемая мощность которой в пять раз меньше, чем у традиционных задающих схем. Панель может воспроизводить 1 млн. элементов изображения с шагом ячейки 0,65мм.

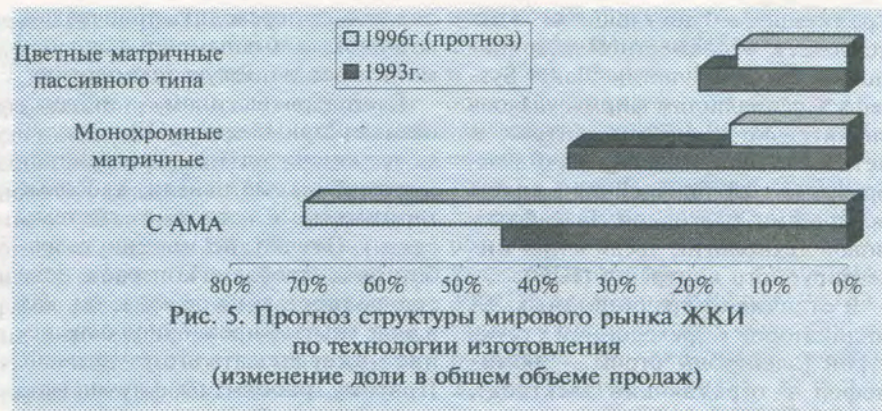
Таким образом, на рынке плазменных дисплеев наблюдается жесткая конкуренция. Фирмы, использующие одну из технологий (на переменном или постоянном токе), стремятся первыми создать крупноформатный цветной телевизор. Приверженцы технологии на переменном токе смогли добиться больших размеров, разрешения и срока службы. Однако проблема воспроизведения цветного изображения до конца пока не решена. Для обеих технологий требуются высоковольтные задающие ИС, стоимость которых высока из-за малого объема производства. На фирме SGS-Thomson для плазменных панелей на переменном токе разработана задающая схема, позволяющая улучшить их эффективность. Схема на напряжение 110В подает ток величиной до 300мА одновременно на 64 выхода. При этом падение напряжения не превышает 5В. Снижение падения

напряжения в задающих схемах имеет важное значение, так как яркость панели зависит от напряжения, приложенного к управляющим электродам, а увеличение напряжения для компенсации потерь в задающих схемах может привести к повышению их стоимости.

Большое внимание уделяется совершенствованию цветных плазменных дисплеев на переменном токе путем расширения их возможностей и освоения новых технологий. Так, внимание участников симпозиума 1996 года привлек опытный образец цветного настенного телевизора типа Plasmatron фирмы Sony, представляющий собой ЖКИ с плазменной адресацией с размером экрана по диагонали 63см, толщиной 10,2см, яркостью 250кд/м² и контрастом 70:1. Дисплей воспроизводит 260 тыс. цветов. В разработанном совместно с фирмой Texas Instruments устройстве кремниевые управляющие ТПТ заменены плазменными переключателями. Массовое производство таких телевизоров запланировано на конец 1996 года, а выпуск их на американский рынок — на 1997 год. Создаются опытные образцы телевизоров типа Plasmatron с размером экрана по диагонали 102см и меньшим шагом элементов изображения. По утверждению разработчиков, новая технология перспективна для создания настенных телевизоров с размером экрана 51—127см, а также дисплеев компьютерных систем комплексной обработки данных.

Специалисты фирмы BTL Fellows (США) предложили технологию изготовления плазменных панелей, позаимствованную у применяемого фирмой AT&T с 1970 года процесса изготовления схем электронных телефонных коммутационных устройств, а также у процесса формирования воздушных микромостиков в монолитных СВЧ ИС, разработанных по MIMIS-программе МО США. По этой технологии электроды, управляющие строками, располагаются на керамической подложке над электродами, управляющими столбцами с воздушным зазором 12мкм.

В отличие от традиционных панелей, где управляющие элект-



роды наносятся на две стеклянные пластины, между которыми создается вакуум, в панелях с воздушными микромостиками оба набора электродов располагаются на одной пластине, что позволяет существенно уменьшить толщину и массу индикатора. По оценке специалистов фирмы BTL Fellows, масса панели с воздушными микромостиками и размером экрана по диагонали 127см будет равна всего 4,5кг (масса промышленной плазменной панели с размером экрана по диагонали 53см — 16кг).

Меньшие размеры электродов, выполняемых по новой технологии, обеспечивают большую (на порядок) разрешающую способность, чем у современных панелей, для которых уже трудно получить разрешение 39 линий/см при информационной емкости 5 тыс. элементов изображения.

Вторую пластину индикаторной панели (без схем управления) можно изготовить из любого материала (в том числе и тонкого металлического листа), соединенного со стеклянной пластиной для обеспечения герметичной конструкции. Так как давление внутри панели обратно пропорционально расстоянию между электродами, формирование микромостика увеличивает давление внутри панели вплоть до атмосферного. В результате решается проблема перепада давлений и стабильности индикаторной панели. При увеличении давления внутри панели возрастают ее яркость, эффективность и быстродействие. Эффективность современных цветных плазменных панелей составляет 0,2—0,3лм/Вт, тогда как для инди-

каторов с воздушным микромостиком этот параметр на порядок, а яркость — в три раза больше.

И наконец, новые индикаторы будут дешевле современных плазменных устройств. Благодаря возможности формирования структуры на одной пластине и получения относительно высокого давления упрощается технология изготовления, поскольку исключается необходимый для традиционных устройств этап точного совмещения двух пластин. Технологические процессы не требуют создания условий чистой комнаты. Таким образом, стоимость панелей в основном снижается за счет сокращения затрат на изготовление электронных схем, на долю которых приходится половина издержек на производство плазменной панели. Так, пластина со схемами управления традиционных плазменных панелей стоит около 900 долл., а пластина с устройствами управления с воздушными микромостиками — не более 90 долл. Новые индикаторные панели с улучшенными характеристиками найдут применение в цветных телевизорах для ТВЧ, терминалах розничной торговли, рекламных табло и медицинских системах формирования изображения.

На рынке плоских индикаторных панелей самые высокие темпы прироста характерны для ЭЛ устройств — 21% против 13% для ЖКИ. Этому способствует появление относительно дешевых образцов цветных плоских ЭЛ индикаторов, а также работы, направленные на увеличение контраста при высоких уровнях освещенности, проводимые специалистами

крупнейшего поставщика этих устройств — совместной американско-финской компании Planar Systems. Специалистам фирмы удалось значительно улучшить контраст и четкость воспроизводимого изображения ЭЛ панелей при ярком освещении благодаря разработке новой технологии увеличения интегрируемого контраста (ICE).

В отличие от традиционных ЭЛ индикаторов с трехслойной структурой (электроды строк — люминофор — отражающий электрод), в которых излучение окружающей среды, отражаясь от электрода столбцов, распространяется совместно с излучением люминофора, ухудшая контраст и четкость изображения, в новых индикаторах излучение поглощается осажденным между люминофором и алюминиевыми электродами строк слоем с плавно изменяющимся показателем преломления (от величины, характерной для люминофора, до значения, присущего пленке алюминия).

В результате при работе в помещении с обычным уровнем освещенности удалось улучшить контраст индикаторной панели в два раза по сравнению с традиционными ЭЛ устройствами и получить высокий контраст при уровне освещенности на порядок выше, чем в обычных условиях, причем без использования круговых поляризационных светофильтров (стоимостью не менее 25 долл.).

Помимо контраста, улучшена и четкость воспроизводимого изображения, зависящая от резкости границы между включенным и соседним выключенным элементами. Эффект рассеяния света выключенным элементом, получивший название заплывания изображения, присутствует во всех традиционных ЭЛ индикаторах. При использовании ICE-технологии свечение, попадающее на соседние выключенные элементы, поглощается промежуточным слоем.

К началу 1995 года фирма Planar Systems планировала освоить производство ЭЛ индикаторов с информационной емкостью 320x256, 640x400 и 640x480 элементов изображения, выполненных по ICE-технологии. Кроме того,

она начала переводить производство монохромных панелей и экранов мониторов на новую технологию.

Благодаря высокому контрасту области применения ЭЛ панелей могут значительно расширяться (автомобильные панели, кассовые терминалы и сотовые системы связи). Однако, по мнению разработчиков, проблема контраста пока еще полностью не решена, так как в ряде случаев чрезмерное освещение может вызвать его ухудшение. Поэтому работы по улучшению этого параметра не прекращаются.

На фирме Planar Systems усовершенствована также технология ICE+, улучшающая контраст еще в два раза за счет увеличения яркости свечения экрана. В технологии применяется метод частичного возбуждения экрана. Частота сигнала возбуждения лежит в диапазоне 6—180 Гц, что позволяет варьировать соотношение яркости свечения и потребляемой мощности в достаточно широких пределах (при яркости более 100 кд/м² потребляемая мощность равна 6 Вт).

Большое внимание уделяется и расширению цветовых возможностей ЭЛ индикаторов. Цветные ЭЛ панели с активной матричной адресацией (АМА) разрабатывают многие фирмы, в том числе Planar, Panasonic, Sharp и Hitachi. Однако сложная структура и технология изготовления до сих пор сдерживали появление дешевых промышленных образцов (особенно с экраном больших размеров).

Тем не менее на фирме Planar разработана цветная ЭЛ панель с АМА и размером экрана по диагонали около 18 см. Толщина панели составляет всего 3 мм, масса — 4 г. Разрешающая способность панели 640x480 элементов изображения с шагом 24 мкм, контраст — 100:1. Нашлемный дисплей на базе такой панели в сочетании с правильно выбранной оптической системой сможет воспроизводить виртуальное изображение, сопоставимое по восприятию с картинкой на экране телевизора диаметром 63 см. Уже в марте 1996 года министерство обороны США заключило с фирмой контракт на разработку таких дисплеев по программе Land War-

rior. По контракту фирма в III кв. 1996 года приступила к производству монохромных панелей VGA-стандарта. Начальная стоимость панелей — 1 тыс. долл. Первые отгрузки намечены на I кв. 1997 года.

Фирма уже приступила к производству двуцветных (красно-зеленых) панелей и продемонстрировала образцы цветных устройств (совместная работа с исследовательским центром Давида Сарноффа) с информационной емкостью 320x256 элементов изображения, которые при серийном производстве будут сопоставимы по стоимости с ЖКИ с АМА на ТПТ. Цветной индикатор удалось создать благодаря получению люминофоров синего свечения достаточно высокой яркости и изготовлению межсоединений с высокой плотностью размещения.

Люминофоры синего свечения созданы в ходе исследований, проводимых исследовательским центром Давида Сарноффа. Структура панели с наборной подложкой разработана на фирме Planar Systems. В новой панели слои красного и зеленого люминофоров нанесены на переднюю, а слой синего — на заднюю поверхность стеклянной пластины, в результате чего свечение последнего проходит через слой красно-зеленого люминофора. В качестве синего люминофора использован тиагаллат щелочноземельного металла (основа) с цериевым активатором, зеленого — сульфид цинка с тербиевым активатором. Красное излучение получают с помощью неорганического фильтра на основе сульфида кадмия-селена, поглощающего излучение люминофора на основе сульфида цинка с марганцевым активатором. Моноатомные слои люминофоров выращивали методом эпитаксии, рисунок люминофоров формировался методом жидкостного травления.

Элементы изображения каждой строки соединены узкими непрозрачными шинами. Верхние и нижние электроды над светоизлучающей поверхностью каждого элемента изображения изготавливают из прозрачной окиси индия-олова. Индикатор имеет черную

заднюю поверхность, что повышает контраст без использования круговых поляризационных светофильтров. Высокую плотность размещения межсоединений удалось получить путем применения относительно дешевой технологии монтажа ИС на стеклянную пластину, позволившей объединить 31 схему с помощью 3 тыс. проволочных контактов. В результате впервые достигнута достаточно высокая яркость свечения люминофора для создания цветного тонкопленочного ЭЛ индикатора, сопоставимой по цене с недорогими моделями устройств других типов.

Шаг элементов ЭЛ индикатора по горизонтали и вертикали равен 0,3мм, размер — 96х78,8мм, масса — 0,5кг. Яркость белого свечения опытного образца цветного индикатора с информационной емкостью 320х256 элементов изображения равна 30кд/м, коэффициент контраста — 20:1 при внешней освещенности 200лк. При высоком уровне свечения потребляемая мощность составляет 15Вт, при низком — 5Вт.

По мнению специалистов, этот индикатор может стать первым цветным ЭЛ устройством, пригодным для серийного производства. Разработчики считают, что низкая стоимость, средняя потребляемая мощность, прочность и уникальная конструкция позволят устройству конкурировать с индикаторами на основе новейших технологий. Совместными усилиями специалистов фирм Planar Systems, Kopin, Allied Signal Aerospace и исследовательского центра Давида Сарнофа при поддержке ARPA ведется разработка ЭЛ индикатора с АМА военного назначения для наשלемых дисплеев. Уже продемонстрирована небольшая панель с информационной емкостью 128х128 элементов изображения, разрешением около 400строк/см, яркостью 1700кд/м² при частоте сигнала адресации 60Гц и частоте переключения 10кГц. Цель работы — создание индикаторных панелей с активной областью размером 1,6х1,2 и 3,05х2,54см и информационной емкостью 640х480 и 1280х1024 элементов изображения соответственно. Предполагается

уменьшить шаг между люминофорными точками с 24 до 12мкм.

На симпозиуме Общества по информационным дисплеям 1996 года специалисты фирмы Planar Systems сообщили о разработке миниатюрного ЭЛ дисплея с АМА с разрешением 787линий/см и информационной емкостью 256х256 элементов изображения. По сравнению с ранее разработанными устройствами в новом дисплее в четыре раза увеличена плотность элементов без ухудшения эффективности, яркости и контраста. Это удалось благодаря применению высоковольтных транзисторов, изготавливаемых методом двойной диффузии (ДМОП) и способных блокировать достаточно высокое напряжение для модуляции яркости ЭЛ слоя при размерах элементов всего 12х12мкм. Запирающее напряжение транзисторов превышает 50В при толщине областей дрейфа всего 2мкм. Достигнутая плотность элементов позволит создать наשלемый дисплей с информационной плотностью до 2560х2048 элементов изображения. При этом ожидается существенное снижение стоимости ЭЛ индикаторов с АМА, поскольку на одной пластине можно изготовить в четыре раза больше индикаторов с данным форматом элементов изображения, чем обычных ЭЛ устройств. Индикатор разработан по контракту с ARPA для будущих наשלемых дисплеев. Уже освоено опытное производство таких устройств.

Представляет интерес созданный специалистами канадской фирмы Sherritt ЭЛ индикатор, яркость которого (5000кд/м²) в четыре раза превышает яркость традиционных ЭЛ панелей при относительно малой потребляемой мощности. В ос-

нове новой технологии, объединяющей методы осаждения толстых и тонких пленок, лежит использование керамической подложки (вместо стеклянной), что позволяет обрабатывать ее при температуре до 700°C. Созданы опытные образцы панели желтого свечения с размером экрана по диагонали 12,7см и информационной емкостью 320х256 элементов изображения, а также панели белого свечения с размером по диагонали менее 2,5см. На базе панели желтого свечения, серийное производство которой планируется освоить в ближайшее время, будет изготовлен индикатор с размером экрана по диагонали до 51см.

Несмотря на успехи ряда американских фирм в отдельных направлениях средств отображения информации, на мировом рынке плоских дисплеев все-таки лидируют японские фирмы (только на долю Sharp, Toshiba и Optrex приходится свыше 90% мирового объема продаж этих устройств.) По мнению американских экспертов, это обусловлено не столько более совершенной технологией, сколько лучшей системой сбыта и высоко rentабельным крупносерийным производством, тогда как для американской промышленности характерны высокие издержки мелкосерийного производства в основном устройств военного назначения.

По оценкам экспертов, в 1995—2000 годах среднегодовая потребность военных ведомств в индикаторах (в том числе устройствах переднего обзора кабины пилота, а также центрах командования и управления) составит всего 15 тыс. шт. Поэтому военные ведомства заинтересованы в объединении

Затраты на производство цветных плоских индикаторов, млн. долл. (при ежегодном объеме выпуска 480 тыс.шт. и выходе годных 8)

Тип индикатора	Стоимость материала	Трудовые затраты	Накладные расходы	Итого
ЖКИ пассивные с АМА	272-372	6	68-84	346-462
	315-491	10	109-136	434-637
Тонкопленочные ЭЛ	243-369	15	66-80	324-464
С автоэлектронной эмиссией	190-299	16	136-169	342-484

военного и гражданского секторов с целью снижения производственных затрат и доступа к развитой и относительно недорогой технологии плоских индикаторов.

Министерство обороны США, обеспокоенное отказом японских фирм от поставок в страну новейших типов плоских индикаторных панелей, приняло пятилетнюю (1994—1998 годы) программу совершенствования и освоения производства собственных индикаторных устройств.

Как утверждают эксперты МО, в области плоских индикаторных панелей нет приоритетных технологий. Поэтому проводить исследования планируется по всем направлениям. Большое внимание будет уделяться индикаторам с автоэлектронной эмиссией (МО уже выделило 1 млн. долл. на создание тонкопленочного алмазного катода для таких устройств). Предполагается, что эти индикаторы благодаря большей яркости при меньшей потребляемой мощности составят конкуренцию ЖКИ с АМА. Кроме того, стоимость исходных материалов для таких индикаторов меньше, чем для всех остальных современных цветных плоских индикаторов (табл.). В результате индикатор с автоэлектронной эмиссией сравним по стоимости с пассивным ЖК индикатором и на 20% дешевле ЖК с АМА.

Министерство энергетики США планирует затратить еще 10—20

млн. долл. на совершенствование плазменных цветных плоских дисплеев больших размеров и устройств с автоэлектронной эмиссией. В продвижении плоских индикаторных панелей на мировой рынок примет участие и Министерство торговли США, в рамках новой программы которого будут приняты меры по централизации правительственных закупок и увеличению объема экспорта. Все эти меры должны способствовать увеличению к 1998 году доли США на мировом рынке индикаторных устройств до 15% (против 3% в 1994 году). Ожидается, что к 2000 году в США введут в строй четыре завода по крупносерийному производству плоских индикаторов, на что будет затрачено 400 млн. долларов.

По мнению ряда экспертов, чтобы повысить эффективность программ по расширению производства плоских индикаторов, необходимо учитывать перспективы партнерства Американского консорциума индикаторных устройств (USDC) и ведущих азиатских изготовителей плоских дисплеев, которые непрерывно наращивают свои мощности. Такое решение обусловлено следующими факторами.

Чтобы занять ведущее положение на мировом рынке плоских дисплеев, объем продаж изделий американского производства должен составить 1,5—3 млрд. долл. (или 10—15% мирового рынка). Для этого ежемесячный выпуск плос-

ких дисплеев для портативных компьютеров должен составить 30 тыс. шт., что примерно соответствует производительности предприятий мирового лидера в этой области — фирмы Sharp — в 1995 году. Развертывание в США предприятий такого класса будет в большей степени способствовать формированию инфраструктуры промышленности плоских индикаторных панелей, чем любые финансируемые правительством опытные линии.

Electronic News, 1996, v.42, N2117, p.4

Electronic Design, 1996, v.44, N1, p.1

Electronic Engineering Times, 1996, N9

p.18

Display Devices, 1996, N13, pp.11, 12, 34

JEE, 1996, v.33, N352, pp.14

JETRO, 1996, v.23, N10, pp.25

Electronic Business Today, 1995, v.21, N

pp.25

Defense & Security Electronics, 1996, v.28, N

p.

Electronic Design, 1996, v.44, N9, pp.43

Electronic Engineering Times, 1994, N8

pp.43, 46

Electronic Engineering Times, 1994, N8

pp.14, 27

Electronic News, 1994, v.40, N 2039, pp.2

Electronic Engineering Times, 1994, N7

pp.1

New Scientist, 1994, v.141, N1925, pp.10

Electronic Engineering Times, 1994, N7

pp.16

Optoelectronic Report, 1994, v.1, N4, p.

Electronic News, 1994, v.40, N2022, pp.1

Electronic News, 1994, v.40, N2031, pp.60

Inside the Pentagon, 1994, v.10, N42, pp.3

Journal of Electronic Defense, 1994, v.14, N

pp.87-9

Photonics Spectra, 1994, v.28, N6, pp.52

Electronics, 1994, v.67, N15, p.

Defense news, 1994, v.9, N22, p.2

Фирма Samsung Electron Devices выделила 200 млн. долл. на строительство завода по изготовлению цветных ЭЛТ в Бразилии. По окончании строительства завод будет ежегодно выпускать 3,5 млн. кинескопов. Первоначально это будут модели с размером экрана по диагонали 35 и 50 см, а в дальнейшем — 62,5 см и более.

Electronic Components, 1996, v. 17, N 9, p. 32

Южнокорейские фирмы наращивают производство ЭЛТ

Три крупнейших южнокорейских изготовителя ЭЛТ — Samsung Display Devices, LG Electronics и Ogion Electric — в 1996 году надеются довести суммарный объем выпуска этих изделий до 65,4 млн. штук, что составит 33% от мирового объема их производства. В результате японские фирмы, чей суммарный объем производства в 1996 году оценивается в 63—64 млн. ЭЛТ, будут оттеснены на второе место. Согласно внутрифирменным планам, Samsung изготовит 36 млн., LG — 16,4 млн., а Ogion — 13 млн. трубок. Ожидается, что с выходом зарубежных филиалов этих фирм на проектную мощность суммарный выпуск ЭЛТ в 1996 году достигнет 87 млн. штук, что составляет 38% мирового производства. В 2000 году южнокорейское трио рассчитывает выпустить 135 млн. ЭЛТ при прогнозируемом уровне мирового производства 270 млн. штук.

JEI, 1996, v.43, N4, p.14