

Проекционные дисплейные технологии, представленные на SID`07

Александр Самарин (Москва)

SID International Symposium, Seminar & Exhibition – ежегодная традиционная выставка и конференция, организуемая Обществом информационных дисплеев (The Society for Information Display) для демонстрации самых последних достижений в области технологий отображения информации. Симпозиум и выставка SID`07 проводилась с 20 по 25 мая 2007 г. в Long Beach Convention Center, штат Калифорния. Статья знакомит с некоторыми новинками проекционных технологий, представленных на этом мероприятии.

За последние годы проекционные технологии продолжали бурно развиваться и сегодня используются в различных отраслях деятельности человека. Проекционные телевизоры и настольные проекторы достигли к настоящему моменту коммерческого «уровня зрелости». Проекционная техника всё шире применяется в сфере управления и контроля, образования и культуры, в производстве и в быту.

Развитие проекционных технологий идёт по двум направлениям. С одной стороны, продолжают совершенствоваться традиционные виды проекционного оборудования, разрабатываются новые эффективные источники света и световые модуляторы, улучшаются их качественные параметры, уменьшается цена, увеличивается надёжность и долговечность. С другой стороны, происходит проникновение проекционной техники в новые приложения, например, мобильные устройства, авиасимуляторы и тренажёры. Далее речь пойдёт именно об этих приложениях.



Рис. 1. Зал, в котором установлена проекционная система авиатренажёра 20/20 для военно-воздушных сил США

ЧТО ТАКОЕ MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS)

Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS) – интегрированное устройство, созданное по полупроводниковой технологии и включающее механические элементы, датчики, актуаторы (механические приводы) и управляющую электронику, расположенные на единой кремниевой подложке. Электроника такого устройства формируется при использовании стандартных технологических процессов, применяемых для производства микросхем. Получение микромеханических компонентов требует использования процессов селективного травления кремниевой подложки, которые проводятся последовательно по нескольким структурным слоям подложки. Таким образом, формируются объёмные механические компоненты заданной формы и с заданными свойствами. В качестве материалов для механических узлов могут применяться металлические, диэлектрические и полупроводниковые плёнки.

ДВАДЦАТИМЕГАПКСЕЛЬНЫЙ MEMS-ЛАЗЕРНЫЙ ПРОЕКТОР

Дисплейные системы сверхвысокого разрешения используются в авиатренажёрах, центрах управления и оперативного планирования, а также в планетариях. В качестве одного из примеров практического применения дисплейной проекционной системы сверхвысокого разрешения

можно привести проектор, который создан для авиатренажёра, установленного в центре подготовки военных пилотов США в городе Меза штата Аризона (см. рис. 1).

Основные характеристики проекционной системы показаны в таблице.

Проекционная система состоит из трёх источников света (лазеров RGB), фокусирующей оптики, решетчатого модулятора и системы механической развёртки по кадру. Сфокусированный и сформированный луч падает на узкую полоску микромодуляторов. В качестве MEMS-модулятора используется решетчатый световой затвор (Grating Light Valve – GLV). В отличие от модуляторов света с управляемыми зеркалами (Digital Micromirror Device – DMD), это не двумерный, а одномерный (линейный) модулятор. Число элементов в строке составляет 4096. Каждый элемент из массива модуляторов может иметь всего два состояния: свет или полностью отражается зеркальной поверхностью (состояние off) или полностью поглощается вследствие интерференции (состояние on). Принцип работы модулятора показан на рис. 2.

Данный тип MEMS-модулятора был впервые продемонстрирован в Стэнфордском университете в 1992 г. Цветное изображение формируется посредством поочередной модуляции во времени трёх цветных лучей RGB. Конструкция такого линейного модулятора намного проще, чем конструкция двумерного, а цена значительно меньше. Технология GLV была разрабо-

Основные характеристики проекционной системы

Параметр	Характеристика
Разрешение	4096 × 5120 пикселей
Общее число элементов изображения	20 975 120 пикселей
Тип MEMS-модулятора	GLM-линейка на 4096 элементов
Источники	RGB-лазеры
Мощность лазеров	По 10 Вт

тана профессором Дэвидом Блумом (David Bloom) из Станфордского университета, а затем лицензирована фирмой Sony. В настоящее время устройства данного типа серийно производятся фирмой Silicon Light Machines в городке Саннивал (Sunnyvale), штат Калифорния. Модулятор используется в ряде серийных моделей проекционных телевизоров и проекторов, а также в специализированной аппаратуре для модуляции лазерных лучей. Модулятор состоит из ряда параллельных микрополосок, сформированных в виде мостиков. Период решётки составляет 3,7 мкм, длина пиксела – 7,4 мкм. Полоски дифракционной решётки вытравлены из плёнки нитрида кремния толщиной 100 нм и покрыты сверху плёнкой алюминия толщиной 30 нм. Длина полосок решётки составляет 200 мкм. Полоски образуют микроконденсаторную структуру. Общий электрод расположен на подложке под мостиками-полосками. К каждой полоске подходит свой сигнал управления. Если прикладывать электрический потенциал к полоске, то под действием электростатических сил она будет деформироваться и прогибаться. Когда полоска притянута в нижнее положение, падающий свет рассеивается и его прохождение блокируется в проекционной системе.

Каждый пиксел может изменять свое состояние за 100 нс. В представленном MEMS-модуляторе используется линейный массив из 4096 пикселов. С помощью развёртки формируется изображение форматом 4096 × 5120 пикселов. Кадр изображения, таким образом, занимает во времени 5120 × 0,1 мкс = 512 мкс. Частота кадровой развёртки – 2 кГц. Модулятор имеет бинарные состояния, поэтому формирование градаций серого возможно только за счёт использования ШИМ. Пример изображения, проецируемого 20-мегапиксельной дисплейной системой, показан на рис. 3.

Главное достоинство технологии GLV заключается в том, что кристалл-модулятор GLV обеспечивает достаточно высокое разрешение при низкой себестоимости. Например, формирование изображения форматом 4096 × 5120 пикселов может быть получено посредством сканирования 4096-пиксельной линейки GLV-кристалла. Если использовать технологию DMD, то в его кристалле будет задействовано



Рис. 2. Принцип работы решетчатого светового модулятора (GLM)

свыше 20 млн. элементов микрорезеркальных модуляторов. Другое достоинство технологии GLV – высокая, фактически без зазоров, плотность расположения элементов модуляции. Это обеспечивает высокий коэффициент модуляции. Микрофотография GLM-структуры показана на рис. 4.

Конструктивно блок модулятора выполнен по гибридной технологии. На базовой подложке смонтированы кристалл с массивом решетчатого светового фильтра и восемь кристаллов схемы управления, а также сформированы проводники межсоединений. Каждый из кристаллов управляет своим сектором модулятора, состоящим из 512 ёмкостных элементов. Гибридная схема модулятора монтируется далее на печатной плате, на которой размещаются интерфейсные схемы для связи с источником видеосигналов. Мультикристальная сборка GLM-модуля показана на рис. 5.

Полоска по центру – массив решетчатого дифракционного модулятора на 4096 элементов. Восемь прямоугольников зелёного цвета – кристаллы управления секциями модулятора. Каждый из кристаллов монтируется по технологии flip-chip на базовой подложке. Число контактных площадок составляет 576.

ЭЛЕКТРОНИКА ПРОЕКТОРА

Нетрудно посчитать, что при синтезе цветного изображения с разрешением 4096 × 5120 пикселов с градациями по яркости для передачи сигналов требуется скорость цифрового потока 24 Гбит/с. Стандартного оборудования для решения этой задачи не существует. В проекторе использовалось два электронных узла: блок модулятора с интерфейсами и стойка с процессорами для синтеза видеосигналов управления модулятором. На рис. 6 показан общий вид модуля модулятора, смонтированного на печатной плате с видеоинтерфейсами.

Поле изображения было разделено на 16 логических фрагментов, для



Рис. 3. Пример изображения, проецируемого 20-мегапиксельной дисплейной системой

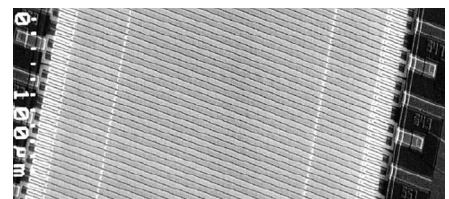


Рис. 4. Микрофотография GLM-структуры

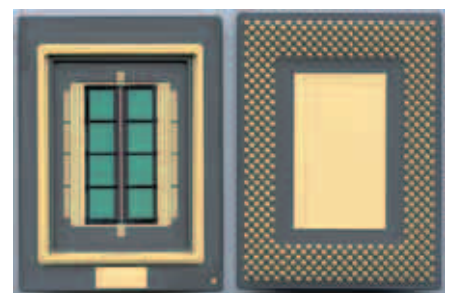


Рис. 5. Мультикристальная сборка GLM-модуля



Рис. 6. Модуль MEMS-модулятора со схемой управления



Рис. 7. Стойка с 16 процессорными блоками для управления проектором

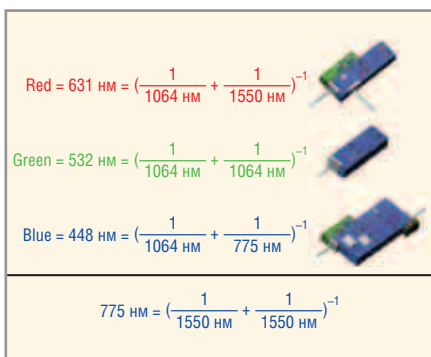


Рис. 8. Схемы спектральных конверсий для получения основных RGB-источников света

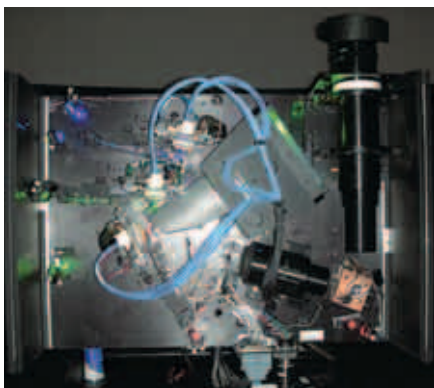


Рис. 9. Проектор, внутренний вид



Рис. 10. Модуль «красного» лазера

каждого из которых выделен отдельный графический процессор, формирующий данный фрагмент изображения. Стойка с 16 процессорными блоками для управления проектором показана на рис. 7.

Выходной интерфейс каждого процессорного блока – DVI.

Источники света

В проекционной системе задействованы три мощных 10-ваттных лазера красного, зелёного и синего цветов. Для синтеза излучений с нужными спектральными характеристиками используется нелинейная конверсия спектров. В качестве источников накачки применяются лазеры, излучающие в инфракрасном диапазоне с длиной волны 1064 и 1550 нм. Только они способны обеспечить нужную световую мощность и высокую эффективность преобразования энергии. Для получения красного излучения с длиной волны 631 нм использовалось «сумма» излучений обоих лазеров 1064 и 1550 нм. Зелёный цвет был получен удвоением частоты излучения с длиной волны 1064 нм, а синий цвет – суммированием излучения 1064 нм и удвоенной частоты излучения с длиной волны 1550 нм. Схемы преобразований спектров показаны на рис. 8, а внутренний вид проектора – на рис. 9. В качестве компонентов конверторов-удвоителей использовались ниодимовые и эрбиевые оптоволоконна.

Модуль лазерного RGB-излучателя OSRAM для проекторов мобильных устройств

Современные мобильные PDA-устройства (Pocket Digital Assistant), такие как сотовые телефоны, iPod, смартфоны и т.д., нуждаются в расширении возможностей дисплейной системы при воспроизведении видеоизображений высокого разрешения, так как размер изображения на экране ограничен размерами самого устройства.

Одним из способов увеличения размера изображения и повышения удобства его восприятия может быть использование так называемых микропроекторов. Однако только недавно развитие элементной базы позволило вплотную подойти к их серийному производству.

Микропроекторы относятся к проекционным устройствам с передней

проекцией, т.е. проецируемое изображение и глаза наблюдателя находятся с одной стороны экрана, в качестве которого может использоваться любая поверхность с диффузным отражением: поверхность стола, стена помещения, корпус устройства и т.д. Размер формируемого микропроекторами изображения из-за ограниченных энергоресурсов значительно меньше, чем у стационарных проекторов, и составляет обычно 10...15 дюймов. Яркость экрана – 15...20 лм. Для сравнения: яркость изображения на экране ЭЛТ – 200...500 лм.

Любой дисплейный проектор состоит из следующих функциональных блоков:

- одного или нескольких источников света;
- фокусирующей оптики;
- оптических модуляторов;
- пространственных модуляторов (формирователей раstra);
- блока управления с видеинтерфейсом.

Особенность микропроектора – автономное питание. При этом микропроекторы могут выполняться как в отдельном корпусе, так и в виде модулей, встраиваемых в основное устройство.

Источники света являются одним из важнейших узлов встроенных проекторов. С одной стороны, это должны быть мощные источники фиксированной длины волны (для RGB-компонент), а с другой, что немаловажно, такие источники должны обеспечивать возможность модуляции яркости. Для красной компоненты с длиной волны 658 нм в настоящее время существуют довольно мощные и недорогие полупроводниковые InGaAlP-лазеры. В частности, для DVD-проигрывателей используются такие лазеры с мощностью до 250 мВт. Это очень большая мощность для лазера подобного типа. Такой лазер даёт возможность прямой модуляции луча по яркости без всяких проблем. Недавние разработки фирмы OSRAM в этой области позволили уменьшить длину волны красного луча до 640 нм и увеличить одновременно световую отдачу почти в два раза. На рис. 10 показана конструкция миниатюрного лазерного источника света для портативных проекторов, разработанная фирмой OSRAM.

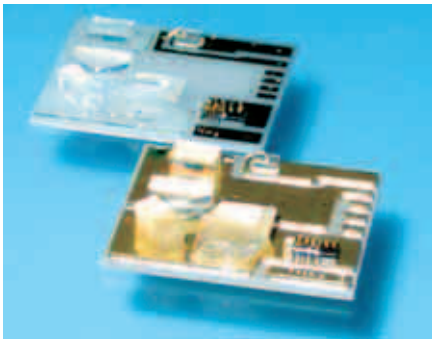


Рис. 11. Оптические компоненты лазерного модуля «зелёного»

В настоящее время пока не удалось получить твердотельный лазер, излучающий зелёный свет и позволяющий осуществлять прямую модуляцию по яркости. Поэтому во всех современных твердотельных источниках «зелёного» используется схема с нелинейной конверсией (удвоением частоты) инфракрасного излучения (Optically Pumped Semiconductor – OPS). OPS-лазер позволяет достичь мощностей в несколько ватт. Сам лазер состоит из инфракрасного лазера накачки, оптики для накачки, полупроводникового кристалла для усиления излучения и резонатора для умножения частоты. Несмотря на сложность, вся конструкция лазерного «зелёного» модуля может быть очень компактной. На рис. 11 показан миниатюрный модуль OPS-источника «зелёного» света OSRAM, разработанный для портативных проекторов.

Весь блок оптики канала «зелёного» разместился на площади всего 1 см². Выходная мощность зелёного лазера для мобильного проектора составляет 20...50 мВт. Фирма OSRAM не остановилась на достигнутом и спроектировала полностью интегрированный модуль «под ключ», который содержит красный, синий и зелёный (OPS) лазер, а также каллиметронную оптику для фокусировки луча. На рис. 12 показан прототип модуля лазерных RGB-источников для микропроекторов.

Фирма OSRAM проводит также разработку компактных и эффективных источников света для проекторов, в которых в качестве пространственного модулятора используется микродисплей. В отличие от варианта с механической развёрткой, в микродисплеях не требуется формирования узкого луча. Однако здесь есть и свои тонкости. Например, для повышения эффективности использования исходного светового потока пе-



Рис. 12. Прототип лазерного модуля OSRAM для проекторов с механической развёрткой изображения

ред его подачи в плоскость микродисплея можно обеспечить поляризацию без потери энергии. Для этого применяются оптические элементы – световые стержни-интеграторы, которые обладают селективными свойствами по отношению к типу поляризации светового потока.

Фирма OSRAM разработала для данного приложения несколько типов твердотельных источников. Твердотельные лазеры имеют эффективность излучения 10...20%. На настоящий момент уже существуют модули «зелёного» с выходной мощностью 50...100 мВт и модули «красного» с выходной мощностью 150...300 мВт. Источники синего света пока находятся на стадии разработки. Данная линейка источников света OSRAM предназначена для режима с последовательной покадровой цветовой развёрткой. На рис. 13 показана конструкция модуля для проекторов с матричными

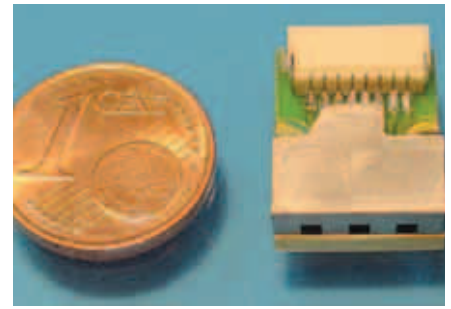


Рис. 13. Лазерный RGB-модуль в качестве источника света для микродисплейной проекционной системы

ми пространственными модуляторами (LCOS, DMD).

ВСТРОЕННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ MEMS-ПРОЕКТОР С ОПТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Разработанной в лаборатории дрезденского института фотоэлектронных микросистем Fraunhofer IPMS (Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems) лазерный проектор предназначен для встраивания в мобильные устройства. Основа проектора – мощный полупроводниковый лазер и двумерный сканер. Проектор имеет две ключевые особенности. Первой особенностью является двумерный MEMS-сканер, имеющий полностью электростатическую систему управления. В аналогичных MEMS-сканерах фирм Symbol Technologies или Macrovision по одной из осей модулятора применяется элект-

ФИЛЬТРЫ ВОЗДУШНЫЕ ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЛЮБЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЧИСТОТЫ

Фильтры классов G3-H17
ГОСТ Р 51251-99 (EN 779 и EN 1822)

Фильтрующие камеры (СКФ и ССФ) для размещения карманных и складчатых фильтров

Модули (МВ) для установки HEPA фильтров

127 238, Москва, Дмитровское шоссе, д.46, к.2 тел. (495) 730-81-19;
ф. (495) 482-27-01 e-mail: folter@folter.ru www.folter.ru
Представительства: Санкт-Петербург (812) 320-53-34; И.Новгород (8312) 58-75-16;
Екатеринбург (343) 379-42-67 Украина -Харьков (057) 719-35-82

ФОЛТЕР

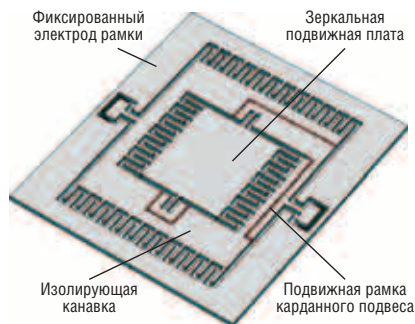


Рис. 14. Топология MEMS-модулятора

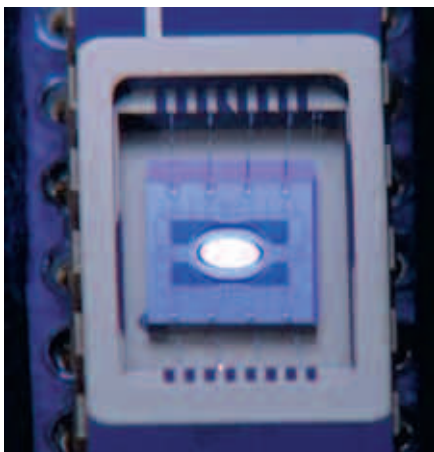


Рис. 15. Модулятор проектора



Рис. 16. Модуль инерциальной системы проектора



Рис. 17. Испытание прототипа встроенного в мобильное устройство проектора со стабилизацией изображения

ромагнитный микропривод или же пьезопривод. Вторая особенность состоит в том, что проектор оснащён инерциальной системой на основе трёхкоординатного акселерометра, которая позволяет отслеживать дрожания, вибрации, смещения корпуса проектора в руке пользователя и за счёт наличия обратной связи с системой развёртки стабилизировать проецируемое изображение.

Аналогичная оптическая стабилизация изображения применяется и в современных цифровых фото- и видеокамерах. Разница состоит в том, что в проекторе обратная связь от датчиков инерциальной системы подаётся не на отдельный привод оптической системы, а используется для коррекции траектории движения микрозеркала в 2D-сканере.

Конструкция сканера – двойной карданный подвес с электростатическим резонансным управлением по обеим плоскостям. Амплитуда управляющих сигналов может достигать 70 В. На рис. 14 показана топология MEMS-модулятора.

Микрозеркало в процессе сканирования отклоняется по горизонтали и по вертикали на углы $\pm 10^\circ$. Поверхность зеркала на своём карданном подвесе колеблется с частотой 28 кГц, а рамка кардана – с частотой 2 кГц. На рис. 15 показан блок модулятора.

Существует два типа проектора: монохромный (красный лазер с длиной волны 635 нм) и цветной (RGB-лазеры). В обоих вариантах для развёртки изображения используется всего один 2D MEMS-сканер.

Модуль инерциальной системы спроектирован на базе стандартных компонентов без применения заказных микросхем (см. рис. 16). В модуле используются два набора датчиков. Один – для слежения за наклонами вверх-вниз и вправо-влево, а второй – для отслеживания абсолютных смещений по двум осям. Размер модуля: 40 × 60 мм.

В качестве углового датчика используется трёхосный интегральный акселерометр фирмы ST Microelectronics. В качестве датчика смещения – интегральный трёхосный гироскопический датчик фирмы Epson. В качестве процессора для считывания и обработки сигналов с датчиков в прототипе применялся 8-разрядный микроконтроллер

фирмы Texas Instruments с портом USB. Испытание прототипа встроенного в мобильное устройство проектора со стабилизацией изображения показано на рис. 17.

MEMS-модулятор для проекционного модуля IPM фирмы Microvision

Для сравнения с модулятором Fraunhofer IPMS приведём краткое описание аналогичного MEMS-модулятора фирмы Microvision (см. рис. 18). Ключевым элементом технологии интегрированного проекционного модуля (IPM) Microvision является MEMS-модулятор. В состав модуля входит источник света и блок управляющей электроники. Блок электроники обеспечивает приём и преобразование видеосигнала в сигналы управления XY-разверткой и модуляцией светового луча. Конструкция интегрированного модуля обеспечивает технологичность производства, малую цену, габариты и удобство применения. Модуль является функционально законченным узлом и не требует от потребителя дополнительных устройств для схемотехнического, конструкционного или оптического согласования.

Технологический процесс изготовления модуля полностью автоматизирован. Патентованная конструкция Microvision MEMS-модулятора содержит оптические зеркала и шарниры, сформированные на кремниевой подложке при использовании стандартной полупроводниковой технологии. Размер кристалла модулятора чуть меньше половины десятицентовой монеты. Тончайшее зеркало сканера имеет площадь меньше 1 мм². Зеркало сканера обеспечивает поступательные движения в горизонтальной и вертикальной плоскостях так, что один световой луч, двигаясь с большой скоростью, прорисовывает видеоизображение на плоскости экрана. Microvision запатентовала технологию изготовления модуля IPM, а также исключительные права как на все дисплейные применения этого модулятора, так и на область сканирования штрих-кодов, а также в других категориях устройств с формированием изображения, включая медицинские приложения.

В качестве приводов в сканере используются два актуатора: электро-

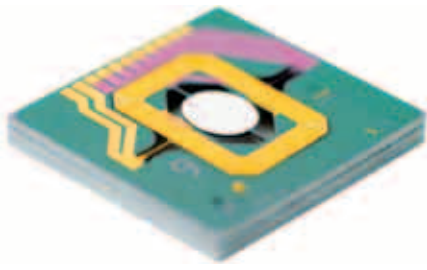


Рис. 18. MEMS-модулятор фирмы Microvision

магнитный (вертикальное сканирование) и электростатический (сканирование по горизонтали).

На первой рамке подвеса расположена планарная катушка электромагнитного актуатора, а на второй, неподвижной подложке – обкладки конденсатора электростатического актуатора. Принцип управления модулятором прост, однако в реальности возникает ряд проблем. Вследствие нелинейности и неравномерности движения плоскости зеркала сканера по X- и Y-координатам будут возникать подушкообразные геометрические искажения, а также искажения пропорций изображения. Кроме того, при развёртке возникает также кросс-эффект, связанный с воздействием на микроструктуру подвеса магнитной и

электрической составляющих отклоняющих полей. Этот эффект возникает из-за наличия паразитных емкостей конструкции. Кросс-эффект также приводит к нелинейности движения зеркала. Для компенсации всех этих искажений в цепи управления приводами по координатам X и Y применяются тензометрические датчики угла.

Ещё одной проблемой является обеспечение плоскостности микрозеркала, т.к. в процессе формирования подложки зеркала и отражающей плёнки неизбежно возникновение механических напряжений на границах различных плёнок, деформирующих поверхность зеркала. Поэтому в конструкцию и топологию зеркала вводятся специальные буферные элементы, которые позволяют компенсировать механические напряжения и предотвратить изгиб плоскости зеркала. Размер зеркала для монохромного сканера Microvision составляет 1,4 мм при коэффициенте отражения 85...90%. Углы поворота зеркала по горизонтали составляют 6,7°, а по вертикали – 4,7°. Максимальная частота сканирования строк составляет 19 200 Гц, кадров – 60 Гц.

Выводы

Проекционные дисплейные технологии продолжают развиваться и наращивать своё присутствие на рынках электронной аппаратуры. Уменьшаются габариты и цена дисплейных проекционных устройств. Новые технологии позволяют получить новые функциональные характеристики дисплейных устройств и расширить сферу их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Steegmueller U., Kuebnelt M., Unold H., Schwarz T., Schulz R., Singer F. Digest SID'07. RGB Laser for Mobile Projection Devices. OSRAM Opto Semiconductors.
2. Digest SID'07. Twenty Megapixel MEMS-based Laser Projector. David M. Bloom ALCES Technology, Jackson, Wyoming, USA Allen H. Tanner Evans & Sutherland Computer Corporation, Salt Lake City, Utah, USA.
3. Gruger H., Heberer A., Gerwig C., Nauber P., Scholles M., Hubert Lakner Fraunhofer IPMS, Maria-Reiche-Str. Digest SID'07. MOEMS Laser Projector for Handheld Devices Featuring Motion Compensation.
4. Самарин А.В. Микропроекторы для мобильных приложений. Электронные компоненты. 2006. № 10.



Новости мира News of the World Новости мира

Дисплейная электроника тоже может быть прозрачной

Мы уже настолько привыкли к разнообразным достижениям научно-технического прогресса, что уже перестали удивляться всякого рода гибким дисплеям и электронным устройствам, напечатанным на какой-либо, в том числе органической, подложке. Последняя разработка группы учёных из университета Пердью (Purdue University), Северо-Западного университета (Northwestern University) и университета Южной Каролины (University of Southern California) посвящена тому, чтобы обеспечить лучшее пропускание света в гибких дисплеях на органической подложке. Ещё одной отличительной особенностью новых дисплеев является то, что их транзисторы созданы по технологии нанопроводников. Свою разработку учёные позиционируют для применения в «электронной бумаге», «очковых» дисплеях и экранах, интегрированных в ветровое стекло автомобиля.

Транзисторы, выполненные из полностью прозрачных нанопроводников, контролируют ток, протекающий через каждый пиксел активноматричного светодиодного

дисплея (AMOLED). Точнее, нанопроводники играют роль активного канала, а исток, сток и затвор выполнены из прозрачного проводящего оксида. Что немаловажно, в созданном прозрачном тонкоплёночном транзисторе (TFT) удалось добиться высокой подвижности носителей заряда, что, вообще говоря, не всегда свойственно органическим TFT-устройствам. А это означает, во-первых, высокую эффективность, т.е. большую яркость или меньшее энергопотребление, а во-вторых, высокую скорость переключения, что, в частности, является вполне достаточным для комфортного просмотра видеофрагментов даже с быстрой сменой планов.

Так как обычно транзисторы контроллера дисплея не пропускают свет достаточно хорошо, их располагают вокруг экрана. Прозрачные транзисторы можно разместить прямо на дисплее, увеличив его полезную площадь или увеличив степень интеграции дисплейной электроники. При этом процесс производства таких транзисторов достаточно прост и позволяет надеяться на быстрое внедрение в коммерческие продукты.

PhysOrg.com

Светодиодная подсветка завоёвывает рынок ЖК-дисплеев

С этого года применение светодиодной подсветки охватило почти 100% от общего объёма выпускаемых ЖК-мониторов с диагональю 10" и менее. По мнению источников, распространение такого способа реализации подсветки будет распространяться и дальше, постепенно завоёвывая позиции в 13" и меньшего размера жидкокристаллических матрицах для ноутбуков. В номенклатуре компаний Sony, Toshiba и Apple уже имеются мобильные системы с подобными мониторами, а вскоре их появление ожидается у HP и Dell.

Хотя в настоящее время применение светодиодной подсветки из соображений стоимости производства скорее оправдано для продукции высокого уровня, производители ноутбуков и ЖК-матриц позитивно оценивают спрос на более прогрессивную разновидность конструкции. Ожидается, что на рынке ноутбуков доля моделей со светодиодной подсветкой ЖК-мониторов в 2008 г. достигнет 7% по сравнению с 3...5% в текущем году.

digitimes.com