

ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННЫХ МОНИТОРОВ

Кудесники изображений

Плоские экраны становятся все дешевле, а мониторы с электронно-лучевыми трубками — все более плоскими. Конкурентная борьба изготовителей выливается в соревнование технологий, о которых ЧИП рассказывает в данной статье

То, что пользователи воспринимают на экране монитора как движущиеся или неподвижные изображения, есть не что иное, как отдельные статические кадры с построчным построением, воспроизводимые много раз в секунду. В человеческом глазу последовательности отдельных кадров, воспроизводимых с частотой начиная примерно с 24 кадров в секунду, создают непрерывную картинку. Современные мониторы работают с частотами повторения кадров от 60 до 160 Гц (160 Гц соответствуют 160 кадрам в секунду), чтобы обеспечить впечатление устойчивого изображения даже при неменяющемся изображении. Такая частота кадров необходима, так как облучаемый слой монитора обладает эффектом послесвечения.

Строки в кадре создает электронный луч, который направлен из задней части ЭЛТ вперед, к поверхности монитора (см. рисунок). В задней части ЭЛТ имеются от одной до трех нитей накала, нагреваемых до высокой температуры при прохождении через них электрического тока и соединенных с полюсом источника высокого напряжения. Из них постоянно испускаются отрицательно заряженные частицы — электроны. В тонком горлышке ЭЛТ эти электроны наталкиваются на последовательность положительно заряженных сеток и пластинок, называемых также «электрическими линзами». Их задача — ускорить электроны и сформировать их в тонкие лучи. Затем электронные лучи продолжают свой путь через сетку, регулирующую их интенсивность.

Для монохромных мониторов достаточно одного луча. Цветные мониторы оперируют тремя лучами, чтобы путем

аддитивного смешения красной, зеленой и синей составляющих (цветовое пространство RGB) можно было получать любые цвета. Если на экране какой-либо элемент должен появиться в красном цвете, то один из трех лучей направляется на красный пиксель поверхности ЭЛТ.

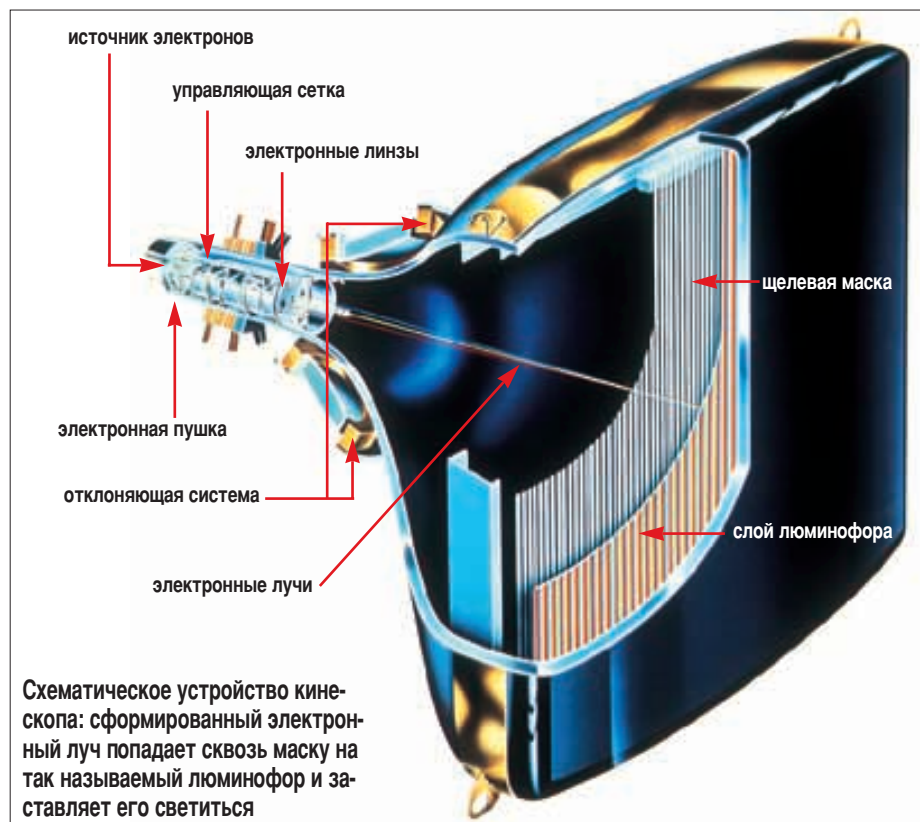
Описанное выше устройство, включая источник электронов, называется пушкой (англ. «gun»). В том месте, где ЭЛТ начинает расширяться, находятся по паре электромагнитных катушек горизонтального и вертикального отклонения. Их магнитные поля образуют отклоняющую систему, которая строка за строкой перемещает электронный луч по экрану. Вакуум внутри ЭЛТ

позволяет устранить рассеивание электронных лучей: частицы газа расширяли бы луч и делали бы изображение нечетким.

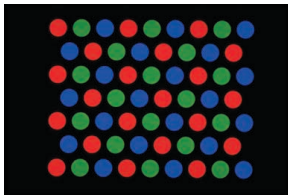
Как отклоняется электронный луч

На передней плоскости ЭЛТ имеется так называемая маска — очень тонкая металлическая сетка. Сквозь ее отверстия электронные лучи попадают, наконец, на тончайший алюминиевый слой, соединенный с положительным полюсом источника высокого напряжения. Этот слой притягивает электроны и направляет их на собственно светящийся слой, называемый люминофором. Все цветные точки — так называемые пиксели — электроны высвечивают на этом слое в соответствии с командами графической карты.

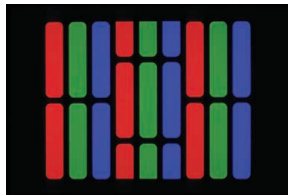
В цветных мониторах каждому отверстию маски соответствует пакет из трех пикселей (Pixel = picture element), которые вместе образуют триаду. Для читателей, интересующихся химией,



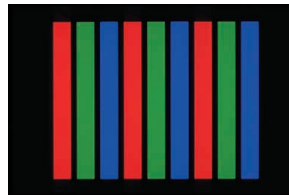
Различные типы масок



Перфорированная маска состоит из структуры, повторяющей треугольное расположение цветных точек



Шлицевая маска сочетает выигрыш в яркости благодаря щелям со стабильностью, обеспечиваемой перфорированной маской



В щелевой маске прорези для основных цветов проходят по всему экрану

ко принципиально перфорированные маски имеют преимущество перед щелевыми ввиду менее ступенчатого отображения наклонных линий, тогда как щелевые маски пропускают больше света, благодаря чему позволяют достичь большей яркости и контрастности. Кроме того, благодаря отсутствию разделения по горизонтали они не имеют растрового муара.

Подготовка данных

Перед формированием изображения на мониторе оно готовится в цифровой форме в памяти графической карты. Оттуда информация байт за байтом считывается RAMDAC (Random Access Memory Digital/Analog Converter, цифро-аналоговый преобразователь ОЗУ).

RAMDAC группирует байты в зависимости от глубины цвета и разрешения графической карты, а затем преобразовывает полученные значения в аналоговые напряжения для цветовых составляющих — красной, зеленой и синей (RGB) и наряду с этим генерирует два сигнала синхронизации: сигнал синхронизации по вертикали (VSync) определяет начало и конец кадра, а сигнал синхронизации по горизонтали (HSync) — начало и конец строки.

Эти пять сигналов цветов и размеров попадают в конце концов на выходы

возможно, будет интересен состав фосфоресцирующего покрытия: широко применяемый в мониторах люминофор В22 использует для красного, зеленого и синего цветов соединения $Y_2O_2S:Eu$, $ZnCdS:Ag$ и $ZnS:Ag$. Итак, люминофор, который иногда называют также «фосфор», вовсе не содержит фосфора, как часто ошибочно полагают. Хотя речь идет о фосфоресцирующем слое, термин «фосфор» ведет свое происхождение от более ранних моделей. Электронной бомбардировкой этим «цветным» соединениям сообщается энергия, которую они отдают снова в виде света соответствующего цвета.

Смещение цветов

Для того чтобы создавать изображения с верной цветопередачей, электронные лучи всегда должны заставлять светиться только тот пиксель, который требуется. Поэтому маска должна экранировать соседние пиксели, чтобы они не участвовали в свечении.

В настоящее время различают дырчатую (перфорированную) маску (Shadow Mask) и щелевую маску (Aperture Grill, апертурная решетка). Последняя более известна под фирменными названиями «Trinitron» (Sony) и «Diamondtron» (Mitsubishi). Кроме того, существует промежуточный тип маски, который использует, например, фирма NEC в ЭЛТ Croma Clear.

Как показывает рисунок, перфорированные маски работают с построено смещенными отверстиями, за которыми треугольниками расположены пиксели для каждой триады, в то время как щелевые маски используют рамку с вертикально натянутыми проволочками без горизонтального разделения. Кроме того, при этом типе маски, в зависимости от размера ЭЛТ, по изображе-

нию проходят одна или две несколько более темные горизонтальные полосы. Это стабилизирующие полосы, которые должны препятствовать вибрациям проволочек.

Расстояние между пикселями одного цвета, указываемое как размер зерна для обозначения разрешающей способности ЭЛТ, для щелевой и перфорированной масок различны: в первом случае измерения производятся по горизонтали, а во втором — по диагонали.

Щелевая и перфорированная маски: что лучше

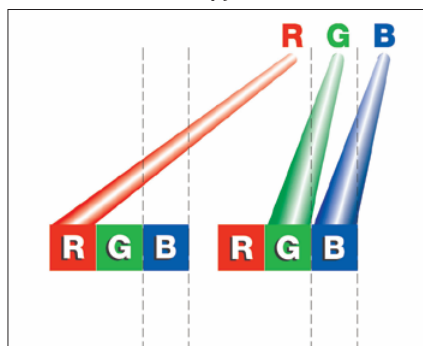
Обе конструкции масок в настоящее время достигли высокой степени совершенства: при расстояниях между пикселями, сократившихся до 0,22 мм, различия в качестве изображения между ними практически стираются. Одна-

ОСНОВЫ • ОСНОВЫ • ОСНОВЫ • ОСНОВЫ •

Две важнейших причины нарушения качества изображения

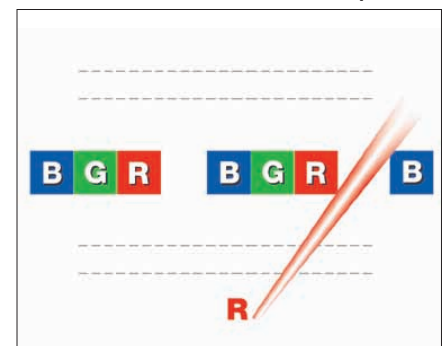
Неравномерности в отклонении и фокусировке электронного луча являются основной причиной некачественного изображения.

Так возникает нарушение сведения:



Три электронных луча проходят сквозь отверстие маски с неправильной ориентацией. В результате образуются цветовые тени

Так возникает так называемый промах:



Луч проходит сквозь маску не полностью и/или под неправильным углом. Из-за этого искажается отображаемый цвет



Абсолютно плоское изображение: монитор Sony Multiscan F500 имеет абсолютно плоскую поверхность экрана, благодаря чему картинка практически свободна от искажений

графической карты. Оттуда они по кабелю направляются к монитору.

Сигналы и частоты

В мониторе информация для построения изображения попадает в виде усилитель. Его качество оказывает решающее влияние на изображение монитора. Видеусилитель не должен искажать сигналы цветов и размеров. Скорости нарастания и спада фронтов видеусилителя должны быть очень малыми, чтобы высокочастотные сигналы и сигналы с крутыми фронтами не затягивались. Одновременно должны предотвращаться выбросы, т. е. непропорционально большие усиления.

Для оценки параметров качества видеусилителя используются понятия «ширина полосы пропускания» и «тактовая частота пикселей». Можно проверить, способен ли данный видеусилитель обрабатывать желаемое разрешение с желаемой частотой повторения кадров. Тактовая частота пикселей рассчитывается как произведение частоты повторения кадров и горизонтального и вертикального разрешения. Дополнительно нужно учесть такие факторы, как невидимые части изображения (площадки гасящих импульсов) и время обратного хода луча (время, в течение которого луч снова возвращается в первую строку), вследствие чего действительная тактовая частота пикселей получается примерно на 5 % выше. Пример: $75 \text{ Гц} \times 1024 \times 768 \times 1,05 = 61,93 \text{ МГц}$.

В упрощенном пояснении ширина полосы пропускания показывает максимальную тактовую частоту пикселей, которая еще обрабатывается с ослаблением сигнала в 3 дБ.

Чем ближе подходит тактовая частота пикселей к ширине полосы пропускания, тем больше проявляется тенденция к уменьшению четкости изображения. Превышение полосы пропускания резко понижает четкость и могло бы даже вывести из строя видеусилитель, что, однако, в современных мониторах предотвращается схемой защиты с микропроцессорным управлением.

Без микропроцессора не обойтись

Микропроцессор в мониторе выполняет две задачи: он следит, чтобы сигнал не имел слишком высокую частоту для обработки, а также обрабатывает все команды On-Screen Display (OSD). Некоторые установки, такие как яркость, контрастность или цветовая температура, оказывают первостепенное влияние на сигналы RGB, а настройки геометрии — на ток в отклоняющих катушках.

Отклоняющая система определяет еще два параметра монитора: диапазон горизонтального и вертикального сканирования. Диапазон горизонтального сканирования показывает, какое минимальное и максимальное число строк в секунду может быть построено (минимальную и максимальную частоту строк). Диапазон вертикального сканирования характеризует минимальное и максимальное число отдельных кадров, создаваемых в секунду, т. е. возможные частоты повторения кадров.

Негативные влияния

В идеальном случае описанный выше принцип работы должен обеспечивать идеальное изображение, однако на практике все оказывается не так

Источники искажений: геометрические искажения из-за магнитных полей



Поворот изображения: изображение наклонено



Трапециoidalное искажение: ширина изображения сверху и снизу различна



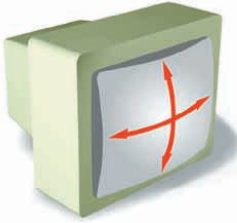
Подушкообразное или бочкообразное искажения: изображение становится уже или шире по направлению к середине экрана



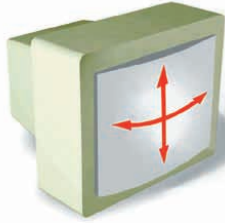
Искажение типа «параллелограмм»: края изображения имеют наклонное положение

Технология кинескопов

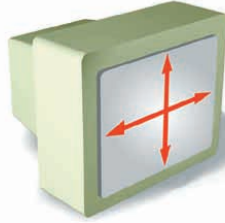
Классический кинескоп



Кинескоп Trinitron/Diamondtron



Плоский кинескоп



Чем более плоской является поверхность экрана кинескопа, тем меньше искажения изображения

просто: в результате воздействия различных факторов изображение искажается.

Главная причина искажений — отклонение электронного луча от predetermined траектории электромагнитными полями. Это делает изображение нечетким и изменяет цвета и яркость. Даже магнитное поле Земли отклоняет электронный луч от его траектории по-разному в зависимости от места расположения и ориентации. Поэтому большинство мониторов предварительно настраиваются для определенного региона. Некоторые производители в своих сверхсовременных устройствах делают ставку на активную компенсацию электромагнитных помех, для которой необходимы данные поставляется встроенный датчик магнитного поля, как, например, в системе Geomacs фирмы Mitsubishi.

Возможные искажения в отклоняющей системе изготовители пытаются устранить также с помощью корректирующих магнитов. Современные устройства уже работают с многочисленными возможностями регулировок для коррекции геометрических искажений.

Еще одним источником искажений является возможный нагрев маски улавливаемыми электронами. В качес-

тве меры противодействия большинство мониторов имеет размагничивающие катушки, устраняющие остаточный магнетизм маски при включении монитора или при выборе соответствующего пункта меню OSD или нажатии специальной кнопки. Если маска нагревается, она расширяется. Это снова ведет к нежелательному изменению направления лучей. Это явление должно предотвращать покрытие из сплава инвар, имеющее особо низкий коэффициент расширения.

Проблемы с новинками

По мере того, как поверхности экранов становятся все более плоскими, возникают другие проблемы: в то время как при сферической поверхности путь луча был бы одинаковым для любого пикселя, при более плоских трубках расстояние до электронной пушки увеличивается к краям экрана. Дополнительно к этому луч попадает на люминофор уже не с круглым сечением, а с увеличенным, эллиптическим сечением, подобно порезанной наискосок колбасе. Поэтому современные мониторы работают с динамической фокусировкой в зависимости от угла отклонения. Дополнительно к этому некоторые изготовители компенсируют искажение поперечного сечения луча, заметное прежде всего при больших размерах экранов, динамическим формированием луча (Dynamic Beam Forming = DBF) с помощью дополнительных электронных линз в электронной пушке.

Такие разработки создают условия для создания устройств с укороченными ЭЛТ (Short-Depth) и совершенно плоской поверхностью экрана

(Sony Trinitron FD, Mitsubishi Diamondtron NF, Samsung SyncMaster IFT), которые сейчас появляются во все большем количестве. Трубки названного первого типа, несмотря на также применяемое название «Short-Neck», имеют не укороченное горлышко, а скорее укороченный тубус ЭЛТ с соответственно большим углом отклонения, чаще всего 100 градусов вместо 90. Благодаря этому появляется возможность создавать 19-дюймовые устройства, которые короче обычных 17-дюймовых.

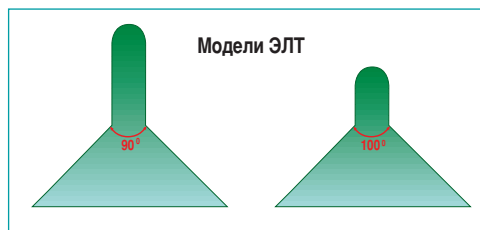
Преимущества новых разработок

Для совершенно плоских кинескопов наряду с динамической фокусировкой и DBF необходимы также специальные рецептуры стекла. Исчезновение кривизны экрана уменьшает прочность вакуумных трубок. Для противодействия этому применяются более прочные сорта стекла, чтобы толщина стекла и масса оставались в определенных рамках.

Diamondtron NF (Naturally Flat) фирмы Mitsubishi, несмотря на плоскую наружную поверхность, использует искривленное внутри матовое стекло, чтобы предотвратить возникающий в противном случае оптический эффект вогнутого изображения.

Несмотря на эти технические проблемы, преимущества плоских экранов налицо: меньше мешающих отражений из-за дневного освещения, и нашему мозгу уже не приходится напрягаться, чтобы скорректировать перспективу. Таким образом, имеет место крайне жесткая конкуренция жидкокристаллическим дисплеям. Естественно, лишь до тех пор, пока не сравняются цены.

Манфред Риндль



Слева — обычная ЭЛТ, справа — модель уменьшенной глубины (Short-Depth): больший угол отклонения (справа) позволяет уменьшить глубину, однако предъявляет более высокие требования к отклоняющей системе и к фокусировке

i INFO • INFO • INFO

Дополнительно о технологиях производства мониторов:

The Computing Supplies Federation:
www.csf.org.uk

Mitsubishi:
<http://www.mitsubishi-monitore.de/e/fs0.htm>

Sony:
<http://www.sony.com>

Технология Samsung SyncMaster IFT:
ЧИП 1/99, стр. 58