

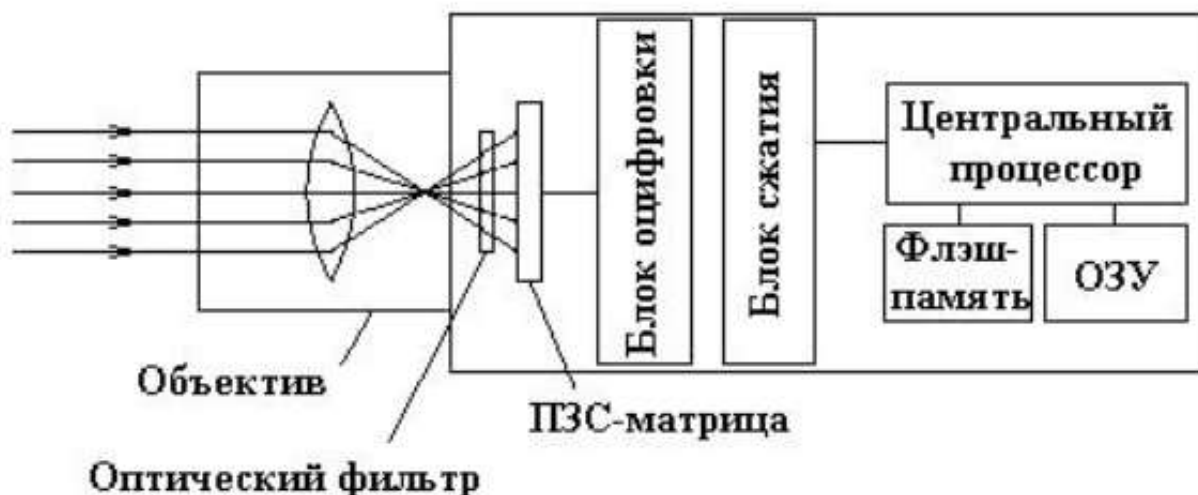
ИиПУ Лабораторная работа No4. Веб-камера.

1. Устройство веб-камеры. Принцип работы и интерфейсы подключения.

<http://bourabai.kz/tpoi/webcam.htm> <https://www.youtube.com/watch?v=NSRQsVg90tc>

Веб-камера – малоразмерная цифровая видео или фотокамера, способная в реальном времени фиксировать изображения, предназначенные для дальнейшей передачи по сети Интернет.

Состав: объектив, светофильтр, матрица, схемы цифровой обработки.



Объектив. Объектив – оптическое устройство, формирующее поток лучей, направленный на матрицу.

Основные характеристики объектива:

- фокусное расстояние (угол обзора объектива);
- светосила (уровень ослабления объективом светового потока);
- наличие автофокуса.

Светофильтр. Светофильтр – оптическое устройство, предназначенное для отсеечения или выделения заданной части спектра электромагнитного излучения. Для веб-камер обычно используются фильтры, отсекающие ИК(инфракрасную) составляющую фильтра.

Матрица. Матрица – это «сердце» веб-камеры, преобразующее потоки света, поступающие из объектива, в цифровые сигналы.

Все цифровые матрицы делятся на два типа: ПЗС и КМОП. Оба типа матриц имеют хорошие характеристики: физический размер, разрешение, диапазон светочувствительности, уровень цифрового «шума», скорость отклика.

ПЗС матрицы (или CCD (Charge-Coupled Device)) – дороже в производстве, однако обладают лучшей цветопередачей, динамическим

диапазоном и низким уровнем «шума». Основная область применения ПЗС- матриц это медицинское оборудование, реже зеркальные фотокамеры. В веб- камерах встречаются очень редко. На сегодня CCD-технология является устаревшей и почти не используется.

Матрицы КМОП (CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor)) завоевали более 90% мирового рынка. Преимущества КМОП-технологии: низкое энергопотребление в статическом состоянии, сразу выдаёт цифровой сигнал, который не требует дополнительного преобразования (точнее преобразование происходит на каждом отдельном субпикселе), дешевизна производства.

Схема цифровой обработки. Схема цифровой обработки отвечает за поступающие с матрицы сигналы и преобразует к необходимому виду, предварительно сжимая поток. Включает в себя АЦП, в зависимости от разрядности которого, мы получаем больший или меньший цветовой охват, более точные тональные переходы.

2. Структура, преимущества и недостатки CMOS и CCD-матриц.

<https://www.youtube.com/watch?v=dMW5juXcgr0&t=8s>

Пиксель. Устройство пикселя: отдельно взятый элемент чувствителен во всём спектральном диапазоне, поэтому над фотодиодами цветных ПЗС- матриц используется

светофильтр, который пропускает только один из трёх цветов: красного, зелёного, синего или жёлтого, пурпурного, бирюзового. Пиксель состоит из р-подложки, покрытой прозрачным диэлектриком, на который нанесён светопропускающий электрод, формирующий потенциальную яму. Над пикселем может использоваться светофильтр и собирающая линза. На светопропускающий электрод, расположенный на поверхности кристалла, подан положительный потенциал. Свет, падающий на пиксель, проникает вглубь полупроводниковой структуры, образуя электронно-дырочную пару. Образовавшиеся электрон и дырка растаскиваются электрическим полем: электрон перемещается в зону хранения носителей (потенциальную яму), а дырки перетекают в подложку.



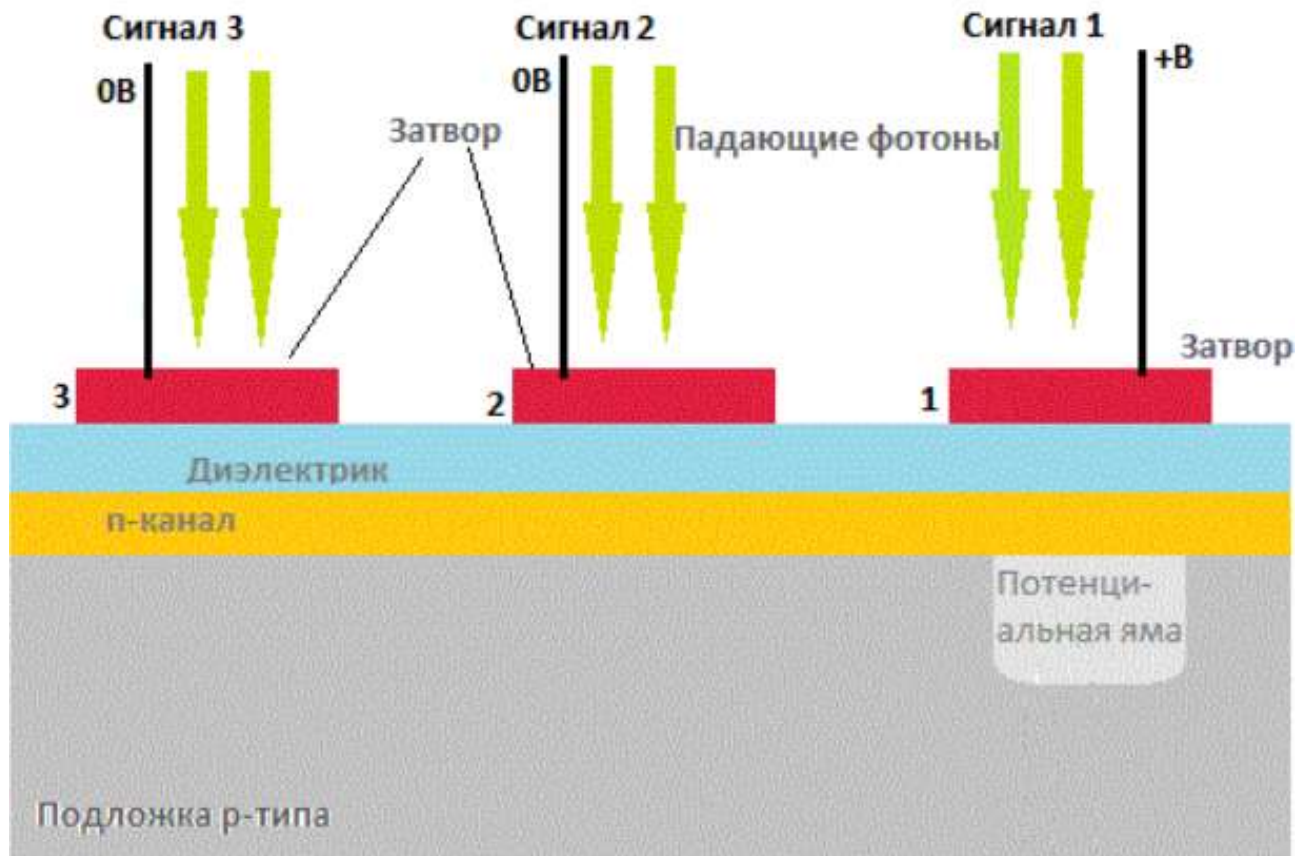
Характеристики пикселя:

- ёмкость потенциальной ямы – количество электронов, которое способна вместить потенциальная яма,
- спектральная чувствительность пикселя – зависимость чувствительности (отношение величины фототока к величине светового потока) от длины волны излучения,
- квантовая эффективность – физическая величина, равная отношению числа фотонов, поглощение которых вызвало образование квазичастиц, к общему числу поглощённых фотонов. У современных ПЗС этот показатель достигает 95%. Человеческий глаз имеет 1%,
- динамический диапазон – отношение напряжения или тока насыщения к среднему квадратичному напряжению или току темнового шума. Измеряется в дБ.

ПЗС. Фоточувствительная ПЗС (прибор с зарядовой связью) матрица – это прибор с переносом заряда, предназначенный для преобразования энергии оптического излучения в электрический сигнал, в котором зарядовые пакеты перемещаются к выходному устройству вследствие направленного перемещения потенциальных ям, и фоточувствительные элементы организованы в матрицу по строкам и столбцам. Преобразование осуществляется с помощью большого количества фотодиодов, расположенных в плоскости матрицы (так называемых пикселей).

Устройство ПЗС-матрицы: ПЗС-матрица разделена на строки, а в свою очередь каждая строка разбита на пиксели. Строки разделены между собой стоп-слоями(p+), которые не допускают перетекания зарядов между ними. Для перемещения пакета данных используется параллельный, он же вертикальный, и последовательный, он же горизонтальный, регистры сдвига. Простейший цикл работы трёхфазного регистра сдвига начинается с того, что на первый затвор подаётся положительный потенциал, в результате чего образуется яма, заполненная образовавшимися электронами. Затем на второй затвор подадим потенциал, выше, чем на первом, вследствие чего под вторым затвором образуется более глубокая потенциальная яма, в которую перетекнут электроны из первого

затвора. Чтобы продолжить перемещение заряда нужно уменьшить потенциал на втором затворе и подать больший потенциал на третий. Электроны перетекают под третий затвор. Данный цикл продолжается от непосредственно места накопления до считывающего горизонтального регистра.



Характеристики ПЗС-матрицы:

- 1) Эффективность передачи заряда – отношение количества электронов в заряде в конце пути по регистру сдвига к количеству в начале;
- 2) Коэффициент заполнения – отношение площади заполненной светочувствительными элементами к полной площади светочувствительной поверхности ПЗС-матрицы;
- 3) Темновой ток – электрический ток, протекающий по фоточувствительному элементу в отсутствие падающих фотонов;
- 4) Шум считывания – шум, возникающий в схемах преобразования и усиления выходного сигнала.

Преимущества ПЗС-матриц:

- 1) Низкий уровень шумов;
- 2) Высокий коэффициент заполнения пикселей;
- 3) Высокая динамическая чувствительность;

Недостатки ПЗС-матриц:

- 1) Более дорогое производство и сложная технология;
- 2) Высокое энергопотребление;
- 3) Большой размер из-за структуры.

Принцип работы КМОП-матрицы: Принцип работы матрицы

представлен тремя этапами: до начала записи выполняется сигнал сброса; в ходе съёмки происходит накопление фотодиодов; при считывании предоставляется возможность выбора уровня напряжения на конденсаторе.

Преимущества КМОП-матрицы:

- 1) Низкая величина энергопотребления при статическом положении;
- 2) Высокая скорость записи;
- 3) Возможность кадрированного считывания – расшифровка выбранных групп пикселей (такая технология обеспечивает уменьшение размера и увеличение скорости считывания);

4) Низкая себестоимость.

Недостатки КМОП-матрицы:

1) Образование посторонних шумов;

2) Нагрев устройства;

3) Пониженный уровень заполнения пикселей и динамической чувствительности.

3. Характеристики матрицы: светочувствительность, физический размер и разрешение.

Светочувствительность – характеризует степень реакции матрицы на условия окружающего освещения, то есть, чем меньшее количество световой энергии необходимо для получения нормального изображения, тем выше светочувствительность матрицы.

Физический размер матрицы – это её длина и ширина, измеряемые в миллиметрах. Чем больше матрица, тем меньше цифровой шум. Чем размер матрицы больше, тем больше света на неё падает.

Разрешение - показывает сколько пикселей находится в матрице, единица измерения – Мп. При измерении разрешения обычно не учитываются несколько крайних рядов, так как они используются для стабилизации.

4. Фокусное расстояние и угол обзора.

Фокусное расстояние – это параметр, который мы берём за основу при расчёте зоны видеонаблюдения. От его величины и физического размера матрицы зависит угол обзора. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем меньше угол обзора. Имея заданные технические характеристики камеры можно рассчитать фокусное расстояние объектива: $F = h * S / H$ или $F = v * S / V$, где h – размер матрицы по горизонту, S - расстояние до объекта видеонаблюдения, H – горизонтальный размер объекта, v – размер матрицы по вертикали, V – вертикальный размер объекта.

5. Методы получения цветного изображения.

1) Аддитивный метод. Суть метода в сложении цветов с учётом особенности зрения человека относительно трёх основных цветов: красного, зелёного, синего. Цвета получаются за счёт слияния цветов.

2) Субтрактивный метод. Цвета получаются за счёт вычитания цветов. Метод воспроизводит цвета дополнительные к основным: жёлтый, пурпурный и голубой.

6. Фильтр Байера.

Это двумерный массив цветных фильтров, которыми покрыты фотодиоды матриц, состоящий из 25% красных, 25% синих и 50% зелёных элементов. Используется для получения цветного изображения в матрицах.

Принцип действия: Матрица является устройством, воспринимающим спроецированное на него изображение. Поскольку полупроводниковые фотоприёмники примерно одинаково чувствительны ко всем цветам видимого цветового спектра, для восприятия цветного изображения каждый фотоприёмник покрывается светофильтром одного из первичных цветов. Вследствие использования светофильтра каждый приёмник воспринимает лишь 1/3 информации участка изображения. Для получения остальных цветовых компонент используются значения из соседних ячеек.

7. Травление и осаждение КМОП матриц.

Существует два вида травления – сухое и мокрое. При

Травлении. Е

использовании мокрого травления материал помещается в специальную ванну или поливается сверху определенным раствором. Этот раствор химически реагирует и растворяет тот материал, который мы хотим убрать.

Минусы – жидкость затекает во все места, ведь это жидкость и травление происходит равномерно во все стороны.

Поэтому при производстве часто используют сухое травление. Для этого надо создать плазму!

Видите ли, плазма - это не просто светящийся газ – она полна разных частиц, атомов, электронов, а также различных положительных и отрицательных ионов. Вот в этих ионах и кроется ключевая особенность. Ведь ионы мало того, что имеют какой-то заряд, так еще и очень реактивные.

Поскольку ионы имеют какой-то заряд, то мы можем их направить в нужное нам место, просто приложив к нужному нам месту противоположный заряд.

Это физическая составляющая процесса плазмохимического травления материала. Но есть и вторая – химическая.

Наши ионы очень активны и если правильно подобрать газ, из которого сделана наша плазма, то ионы будут химически реагировать с материалом чипа и просто образовывать новые соединения, которые будут просто улетать!

хотим сохранить, мы можем покрыть специальной маской, которая останется нетронутой в процессе сухого травления, а открытые участки просто улетят!

Осаждение. Электронно-лучевые технологии. Нагреваем – испаряется, оседает на холодных поверхностях.

8. Фикс-объектив.

Фикс-объектив – это объектив, имеющий одно фокусное расстояние. В маркировке фокусное расстояние указывается в мм.

Фикс-объективы имеют различные фокусные расстояния: они могут быть как широкоугольными, или портретными, так и телевиками, используемыми многими спортивными фотографами и папарацци.

Основные преимущества:

- максимальная светосила – один из главных аргументов, которым пользуются любители фикс-объективов. Самые светосильные объективы – это фиксы (в основном, с диафрагмой $f/1.2...1.8$, и больше).
- качество; - цена;
- вес.

При этом, как и в случае с жидким травлением, те участки, которые мы

9. Виды светофильтров.

Поляризационные фильтры. Маркируются PL (C-PL), наиболее значимые фильтры для пейзажной и ландшафтной съемки. Снижают количество отраженного света, попадающего на сенсор камеры. Делают картинку насыщенной, незаменимы в солнечный день, уменьшают яркость бликов, сглаживают контраст между небом и ландшафтом.

Поляризационные фильтры делятся на несколько видов: линейные и круговые.

Линейные фильтры – бюджетный вариант, не желательно применять с камерами TTL (сквозной метод экспозамера и автофокуса). Следует отметить, что большинство цифровых камер использует именно TTL.

Круговые поляризационные фильтры – отличный выбор, системы экспозамера и автофокуса намного реже дают сбой, снимки получаются с правильной экспозицией, без промахов по фокусу.

Защитные фильтры. В первую очередь предназначены для защиты передней линзы объектива от брызг, царапин и пыли, от ультрафиолетовых лучей (UV-фильтры).

Задачей ультрафиолетового фильтра является предохранение передней линзы объектива от внешних воздействий.

Светло-розовые фильтры Skylight все так же несут защитную функцию от механических повреждений и ультрафиолета.

Нейтральные фильтры. Маркируются надписью ND. Позволяют применить длинную выдержку в условиях высокой освещенности, понижают количество света, попадающего в объектив. Не влияют на блики и контрастность, но снижают освещенность на несколько ступеней, в зависимости от плотности фильтра.

Градиентные фильтры. Могут быть цветными или с незначительным затемнением. Зачастую применяются в пейзажной съемке для коррекции освещенности различных областей.

Софт-фильтры. Софт-фильтр позволит скрыть недостатки кожи без помощи постобработки.

10. Блюминг.

Блюминг проявляется во время съемки ярких источников света, либо во время съемки на длинных выдержках. В таких случаях ячейки ПЗС матрицы переполняются зарядами (засвечиваются), заряды 'растекаются' по соседним ячейкам, засвечивая и их. Так как данные считываются методом сдвига в вертикальном направлении, то сильнее всего перетекание заметно в вертикальном направлении. Кроме обычной засветки могут появляться и другие артефакты, например, лесенки, показанные на заглавном фото.

К слову, блюминг – камень в огород CCD-матриц и еще одна причина массового перехода на CMOS. Блюминг – очень неприятная вещь в астрофотографии, где снимки на длительных выдержках могут сильно пострадать. Теоретически, с 2006 года ПЗС-матрицы

имеют специальную модификацию, которая предотвращает блуминг, но создает дополнительные сложности в обработке сигнала. Несмотря на массовое засилье CMOS-сенсоров, в медицине, астрономии и областях науки, где требуется точный результат, до сих пор используют наработки на основе CCD
