

Современные продукты и технологии Hamamatsu: линейные и двумерные КМОП-, N-MOP- и InGaAs-датчики изображения

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

В статье рассматриваются особенности активных пиксельных датчиков изображения компании Hamamatsu Photonics, приводятся параметры современных линейных и двумерных КМОП-, N-MOP- и InGaAs-датчиков изображения компании и описываются области их применения.

КМОП-датчики изображения, называемые также активными пиксельными датчиками APS CMOS (Active Pixel Sensor Complementary Metal Oxide Semiconductor), перекрывают те же области спектра, что и ПЗС-датчики, так как в них используются такие же светочувствительные элементы – фотодиоды. На этом сходство датчиков обоих типов в основном и заканчивается.

Как известно, принципиальным отличием КМОП-датчиков изображения является наличие в каждой пиксельной ячейке, кроме фотодиодов, дополнительных полупроводниковых устройств. В результате часть светочувствительной поверхности датчиков теряется, поскольку занята этими дополнительными устройствами, что, естественно, снижает общую чувствительность датчика.

Степень снижения чувствительности определяется отношением светочувствительной площади к общей площади пиксельной ячейки – этот параметр называется коэффициентом заполнения пикселя ($K_{\text{зп}}$, измеряется в %). Следует отметить, что речь идёт об однослойных полупроводниковых струк-

турах. Этот очевидный недостаток КМОП-датчиков может быть устранён при использовании многослойной технологии, когда фотодиоды располагаются в верхнем слое полупроводника, а различные дополнительные схемы – в глубинных слоях. В отличие от КМОП, в пиксельных ячейках ПЗС-датчиков нет каких-либо дополнительных схем ($K_{\text{зп}}=100\%$), поэтому их потенциальная чувствительность при прочих равных условиях выше.

Несомненным достоинством КМОП-датчиков изображения является возможность быстрого доступа к любой пиксельной ячейке по адресам XY, что позволяет увеличить скорость считывания (частоту кадров). Кроме того, это даёт возможность сканировать только определённые области изображения с более высокой скоростью. Другим важнейшим достоинством современных КМОП-датчиков изображения является их большая степень интеграции – на одном чипе, кроме APS, может быть размещено большое число аналоговых и цифровых микросхем, что значительно упрощает производство конечных устройств (видеокамер). В пределе возможна реализация камер на чипе с выводами питания и цифровых или аналоговых сигналов изображения.

КМОП-датчики изображения Hamamatsu

Компания Hamamatsu выпускает несколько десятков типов КМОП-датчиков изображения в четырёх группах [1]:

1. Линейные (CMOS Linear Image Sensor).
2. Двумерные, или плоскостные (CMOS Area Image Sensor).
3. Рентгеновские (X-ray CMOS Image Sensor).

4. Профильные (Profile CMOS Image Sensor).

Особенности двумерных (плоскостных) датчиков изображения рассмотрим на примере новейшего прибора S13101 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 1).

Активный пиксельный КМОП-датчик изображения S13101 с разрешением SXGA (1280×1024 пикселей) характеризуется высокой чувствительностью в видимой и ближней инфракрасной областях спектра, высокой скоростью считывания (до 146 кадров в секунду) и большой степенью интеграции. Размеры светочувствительной области прибора – 9,472×7,578 мм, размеры пикселей – 7,4×7,4 мкм, при этом габариты датчика составляют 18×18×1,95 мм. Упрощённая структура прибора приведена на рисунке 2.

Основные области применения датчика, рекомендованные изготовителем: системы машинного зрения, системы управления движением (Tracking), системы наблюдения и охраны с использованием инфракрасного диапазона (Infrared Camera); системы распознавания положения и формы объектов в инфракрасном диапазоне.

Основные особенности и параметры датчика:

- построчный и полнокадровый режимы считывания (Rolling/Global Shutter Readout);
- регулируемый аналоговый усилитель с $K_{\text{у}}=1/2/8$;
- разрядность АЦП – 10 разрядов в высокоскоростном режиме, 12 разрядов в режиме высокой точности;
- спектральный диапазон – 400–1100 нм (спектральная характеристика датчика приведена на рисунке 3), максимальная чувствительность на длине волны 700 нм;
- напряжение питания +3,3 В, общий ток потребления – 280–330 мА;
- тактовая частота – 25–35 МГц;
- параметры прибора в цифровых единицах DN (Digital Number) в полнокадровом режиме считывания: уровень шумов RN (Random Noise) – 5 DN rms;

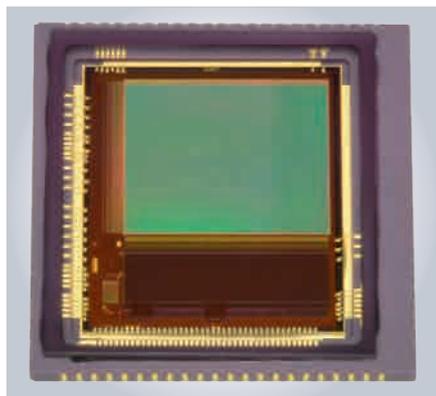


Рис. 1. Двумерный КМОП-датчик изображения S13101

фоточувствительность Sw на длине волны 555 нм – 8000 DN/лк·с; темновой уровень DS (Dark Output) – 10 DN/с.

- динамический диапазон – 53 дБ (не менее 46 дБ);
- диапазон рабочих температур – –40...+85°С.

Активный пиксельный КМОП-датчик изображения S13102 (спецификация 2017 г.) с разрешением 640×480 пикселей имеет размер светочувствительной области 4,736×3,552 мм при тех же размерах пикселей, что и у S13101. Другие параметры прибора, отличающиеся от соответствующих параметров S13101:

- ток потребления аналоговых устройств – 70 мА (не более 110 мА), цифровых устройств – 50 мА (не более 80 мА);
- тактовая частота – 10–30 МГц;
- параметры прибора в цифровых единицах DN в полнокадровом режиме считывания: уровень шумов RN – 2,3 DN rms, фоточувствительность Sw на длине волны 555 нм – 5600 DN/лк·с, темновой уровень DS – 5 DN/с.
- динамический диапазон – 60 дБ (не менее 56 дБ).

В каталоге компании 2017 года представлено более 40 типов линейных (однорочных) КМОП-датчиков изображения с различным числом прямоугольных пикселей в строке. Основные области применения приборов: спектрофотометрия, системы для считывания (сканирования) изображений в различных областях спектра, аналитическое оборудование, датчики положения. Линейные КМОП-датчики изображения широко используются в спектрофотометрии (метод исследования и анализа веществ, основанный на измерении спектров поглощения в оптической области электромагнитного излучения). Следует отметить, что на практике спектрофотометрию часто отождествляют с оптической спектроскопией. Спектрофотометрия широко используется для изучения состава и строения веществ, соединений, красителей, аналитических реагентов, определения следов элементов в металлах, сплавах, исследования технических объектов, а также для качественного и количественного определения веществ в самых различных отраслях промышленности, аналитическом оборудовании и в других сферах деятельности.

Классификационные параметры линейных КМОП-датчиков изобра-

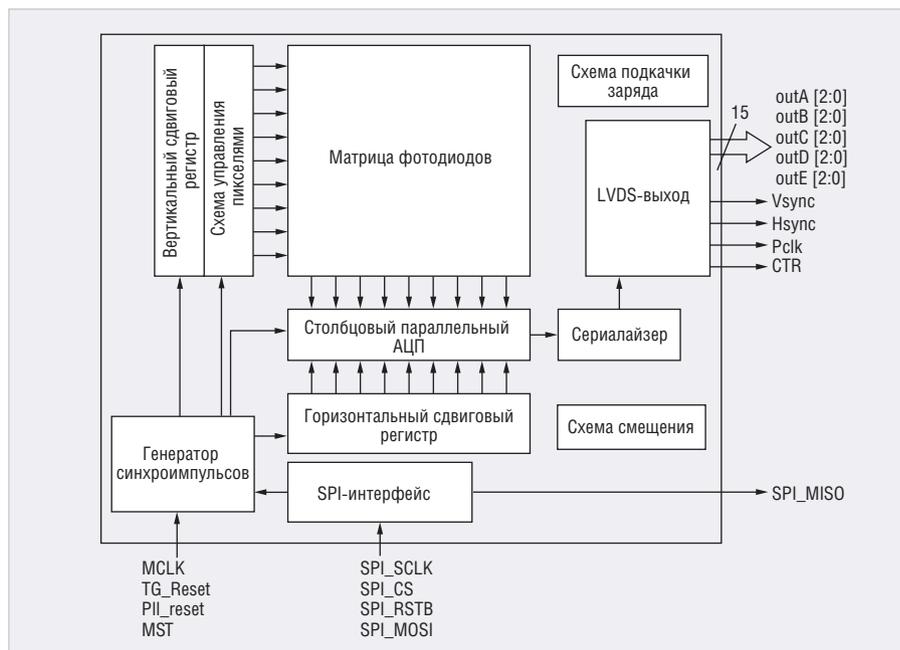


Рис. 2. Структура КМОП-датчика изображения S13101

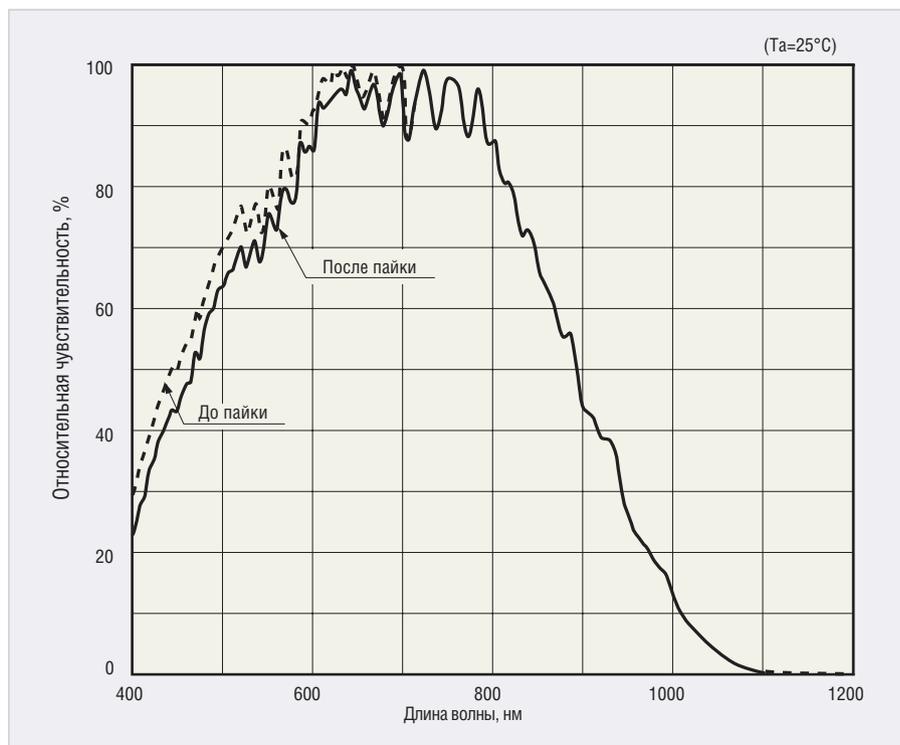


Рис. 3. Спектральная характеристика прибора S13101

жения представлены в таблице. В графе «Категория прибора» приведены отличительные особенности КМОП-датчиков, отмеченные изготовителем, однако они не являются исчерпывающими. Например, приборы в пластиковых корпусах могут быть высокочувствительными или быстродействующими.

Все КМОП-датчики изображения Hamamatsu, представленные в таблице, кроме видимой области спектра, перекрывают часть ближней

инфракрасной области (длины волн 740–1000 нм), а часть приборов – ближнюю (300–400 нм) и среднюю (200–300 нм) ультрафиолетовые области спектра. Горизонтальное разрешение приборов – от 64 до 4096 пикселей, причём размеры пикселей прямоугольной формы варьируются в широких пределах от 7 до 127 мкм по горизонтали и от 7 до 2500 мкм по вертикали. Рассмотрим особенности некоторых современных приборов, представленных в таблице, более подробно.

Параметры линейных КМОП-датчиков производства Hamamatsu

Тип прибора	Число пикселей	Размеры пикселей, мкм	Размеры изображения, мм	Спектральный диапазон, нм	Скорость считывания линий, линий/с	Категория прибора
S12198-1024-01	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	9487	Высокоскоростное считывание
S12198-512-01	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	18 450	Высокоскоростное считывание
S13488	2048	14×42	28,0672×0,042	400–1000	-	Высокая чувствительность
S10121-128-01	128	50×2500	6,4×2,5	200–1000	1923	Изменяемое время интеграции
S10121-256-01	256	50×2500	12,8×2,5	200–1000	969	Изменяемое время интеграции
S10121-512-01	512	50×2500	25,6×2,5	200–1000	486	Изменяемое время интеграции
S10122-128Q-01	128	50×500	6,4×0,5	200–1000	3846	Изменяемое время интеграции
S10122-256Q-01	256	50×500	12,8×0,5	200–1000	1938	Изменяемое время интеграции
S10122-512Q-01	512	50×500	25,6×0,5	200–1000	972	Изменяемое время интеграции
S10123-256Q-01	256	25×500	6,4×0,5	200–1000	1938	Изменяемое время интеграции
S10123-512Q-01	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	972	Изменяемое время интеграции
S10123-1024Q-01	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	487	Изменяемое время интеграции
S10124-256Q-01	256	25×2500	6,4×2,5	200–1000	969	Изменяемое время интеграции
S10124-512Q-01	512	25×2500	12,8×2,5	200–1000	486	Изменяемое время интеграции
S10124-1024Q-01	1024	25×2500	25,6×2,5	200–1000	243	Изменяемое время интеграции
S11637-2048Q	2048	12,5×500	25,6×0,5	200–1000	4812	Высокоскоростное считывание
S11639-01	2048	14×200	28,67×0,2	200–1000	4672	Высокая чувствительность
S13496	4096	7×200	28,67×0,2	200–1000	2387	Высокая чувствительность
S12706	4096	7×7	28,67×0,007	400–1000	2387	Высокая чувствительность
S12443	2496	7×125	17,472×0,125	400–1000	3924	Пластиковый корпус
S11638	2048	14×42	28,672×0,042	200–1000	4672	Высокая чувствительность
S11108	2048	14×14	28,672×0,014	400–1000	4672	Высокая чувствительность
S11107-10	64	127×127	8,06×0,127	400–1000	111 111	Пластиковый корпус
S11106-10	128	63,5×63,5	8,06×0,0635	400–1000	64 935	Пластиковый корпус
S11105	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	88 495	Высокоскоростное считывание
S11105-01	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	88 495	Высокоскоростное считывание
S10226-10	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Пластиковый корпус
S10227-10	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Пластиковый корпус
S10077	1024	14×50	14,336×0,05	400–1000	972	Цифровой выход
S9226-03	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Стандартный тип
S9226-04	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Стандартный тип
S9227-03	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Стандартный тип
S9227-04	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Стандартный тип
S8377-128Q	128	50×500	6,4×0,5	200–1000	3846	Стандартный тип
S8377-256Q	256	50×500	12,8×0,5	200–1000	1938	Стандартный тип
S8377-512Q	512	50×500	25,6×0,5	200–1000	972	Стандартный тип
S8378-1024Q	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	487	Стандартный тип
S8378-256Q	256	25×500	6,4×0,5	200–1000	1938	Стандартный тип
S8378-512Q	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	972	Стандартный тип

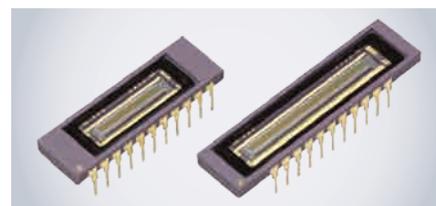


Рис. 4. Линейные КМОП-датчики изображения серии S12198

ратора синхрои́мпульсов. Выходной аналоговый сигнал снимается с вывода 9 (Video) микросхемы, с вывода 10 (EOS) снимается сигнал окончания сканирования строки. Приборы выполнены в керамических корпусах с кварцевым защитным стеклом. Основные особенности и параметры приборов:

- переключение коэффициента усиления пиксельных ячеек уровнем напряжения на выводе 12 (Vg), обеспечивается два ненормированных значения K_y – высокое и низкое;
- функция электронного затвора;
- встроенный генератор синхрои́мпульсов, управляемый внешним тактовым сигналом и импульсами запуска;
- напряжение питания +5 В, ток потребления – 32–61 мА;
- шум считывания – 1,1 мВ rms при высоком значении K_y , 0,6 мВ при низком значении K_y ;
- фоточувствительность при освещении лампой накаливания с цветовой температурой 2856 К – 189 и 42 В/лк·с для высокого и низкого значения K_y соответственно;
- динамический диапазон – 3000 при высоком K_y , 5500 при низком K_y ;
- Диапазон рабочих температур – –5... +85°С.

Серии S8377/S8378 (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 6) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с числом пикселей 128/256/512 и размерами 50×500 мкм (S8377) и с числом пикселей 256/512/1024 и размерами 25×500 мкм (S8378) обеспечивают регистрацию и считывание изображений в широком спектральном диапазоне от 200 до 1000 нм. Приборы выполнены в 8-выводных керамических корпусах с кварцевыми защитными стеклами и совместимы по выводам (габариты исполнений различны). В приборы интегрированы генераторы синхрои́мпульсов с внешним управлением, максимальная тактовая частота – 500 кГц, фоточувствительность датчиков при высоком значении K_y – 22 В/лк·с, при низком значении K_y – 4,4 В/лк·с.

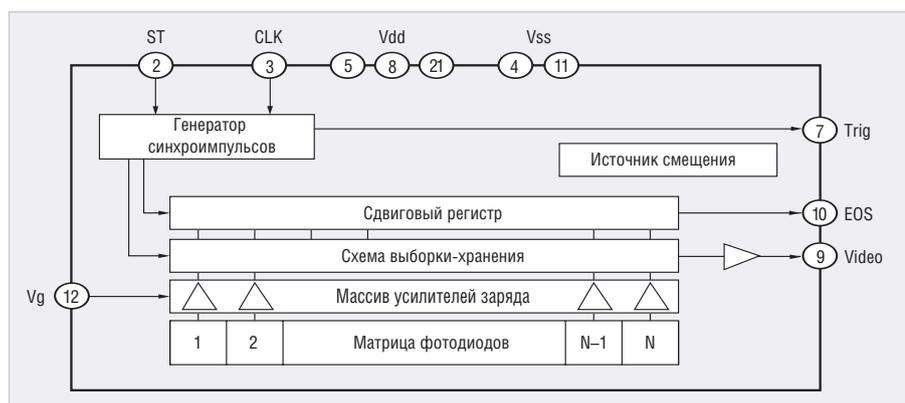


Рис. 5. Структура приборов серии S12198

Серия S12198 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 4) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с малой неравномерностью спектральной характеристики в ближней и средней ультрафиолетовых областях спектра. Горизонтальные светочувствительные области датчиков состоят из 512

(S12198-512-01) и 1024 (S12198-1024-01) пиксельных ячеек размерами 25×500 мкм, ориентированных вертикально.

Структура приборов представлена на рисунке 5. В каждую пиксельную ячейку датчиков интегрированы фотодиод, усилитель заряда и устройство выборки хранения (УВХ), коммутация ячеек осуществляется импульсами гене-

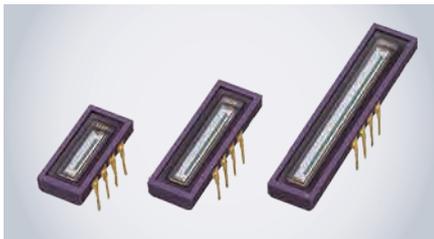


Рис. 6. Линейные КМОП-датчики изображения серий S8377/S8378

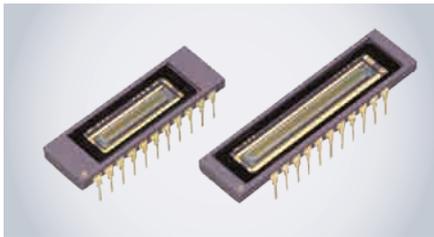


Рис. 7. Линейные КМОП-датчики изображения серии S11637

Серия S11637 (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 7) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с функцией электронного затвора и коммутируемым коэффициентом усиления с разрешением 1024 пикселя (S11637-1024Q) и 2048 пикселей (S11637-2048Q), упрощённая структура приборов приведена на рисунке 8. Датчики отличаются высокой скоростью считывания при максимальной тактовой частоте 10 МГц и высокой фоточувствительностью (153 В/лк_с при высоком K_γ). Приборы серии выполнены в керамических корпусах с кварцевым защитным стеклом без антибликового покрытия.

В каталоге компании 2017 года представлено четыре КМОП-датчика рентгеновского диапазона: приборы S10830, S10831 поставляются в виде отдельных микросхем (см. рис. 9), а S10834, S10835 – в виде модулей, включающих сами датчики и обеспечивающих их лёгкую установку в рентгеновские системы (см. рис. 10). Сами датчики представляют собой плоскостные активные пиксельные КМОП-датчики изображения с установленными на них скинтилляционными пластинами, чувствительными к рентгеновскому излучению. Структура прибора S10830 приведена на рисунке 11. Прибор S10831 отличается большим разрешением (1300×1700 пикселей). Основные области применения датчиков: рентгеновские системы диагностики для стоматологии и других медицинских приложений, системы неразрушающего контроля в промышленности. Основные особенности приборов S10830/S10834 (в скобках – отличающиеся параметры S10831/S10835):

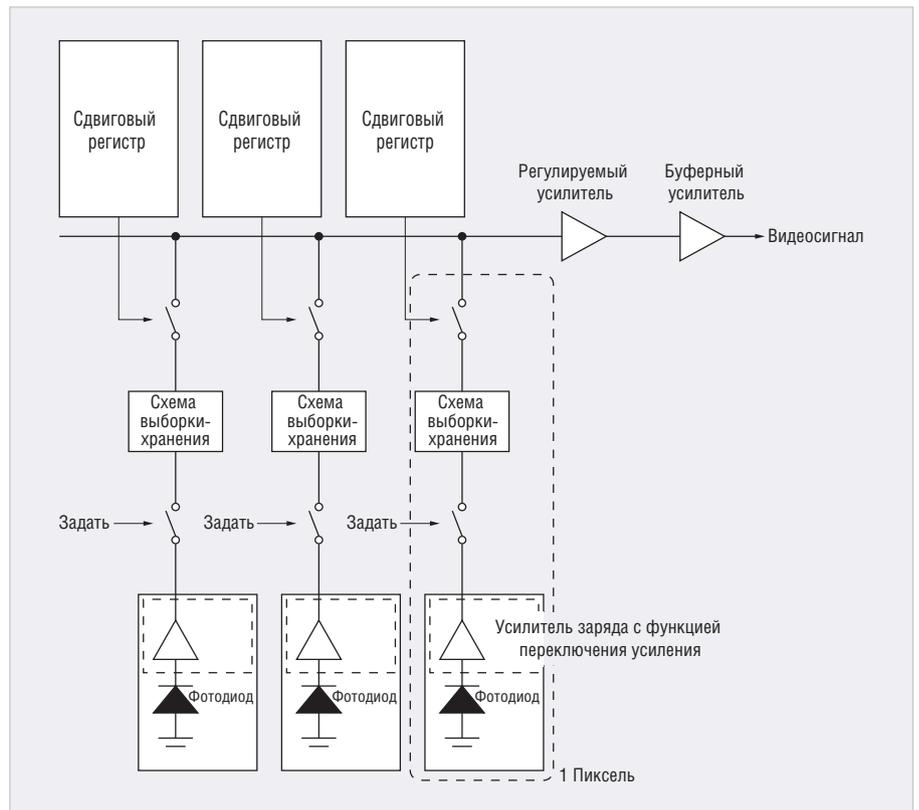


Рис. 8. Структура приборов серии S11637



Рис. 9. Рентгеновский КМОП-датчик изображения S10830



Рис. 10. Модуль рентгеновского диапазона S10834

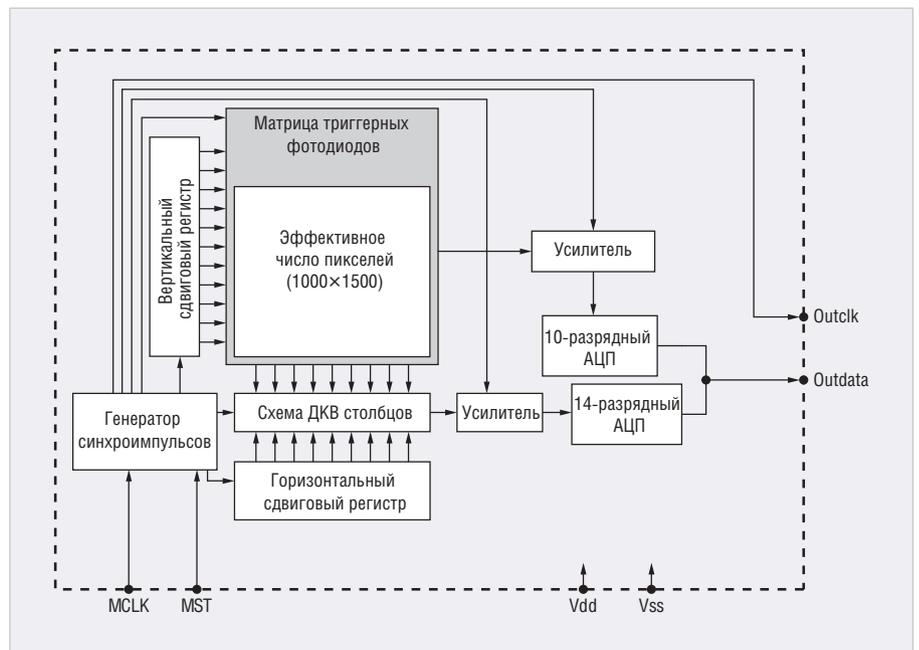


Рис. 11. Структура прибора S10830

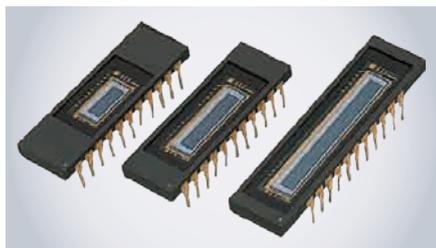


Рис. 12. Линейные N-МОП-датчики изображения серий S3921...S3924

- размеры пикселей – 20×20 мкм, размеры (Ш×В) изображения – 20×30 мм (26×34 мм);
- полнокадровый режим считывания со скоростью 0,9 кадров в секунду (0,6 кадров в секунду);
- 14-разрядный АЦП (виртуальный динамический диапазон 58 дБ);
- выходной интерфейс LVDS (тактовая частота 1–40 МГц).

N-МОП-датчики изображения НАМАМАТСУ

Компания Hamamatsu является одним из ведущих мировых производителей датчиков изображения, выполненных по технологии N-МОП (NMOS). Такие приборы работают в тех же областях спектра, что и сопоставимые по параметрам КМОП-датчики, однако существенным преимуществом N-МОП-датчиков является их способность линейной работы с более высокими уровнями ультрафиолетового излучения, что очень важно для ряда спектрофотометрических приложений. Размеры пикселей линейных N-МОП-датчиков изображения Hamamatsu достаточно велики, от 25×500 до 50×2500 мкм, что обеспечивает и более высокую чувствительность. В ассортименте компании представлено несколько десятков линейных N-МОП-датчиков изображения с разрешением от 128 до 2048 пикселей.

В каталоге компании 2017 года представлены следующие серии N-МОП-датчиков изображения: S3901...S3904, S3921...S3924 (спецификация 2017 г., внешний вид приведён на рисунке 12), S5930/S5931, S8380/S8381.

Структура датчиков представлена на рисунке 13, пиксельные ячейки приборов состоят из активных, холостых (Dummy) и антиблуминговых частей. В каждую активную пиксельную ячейку приборов входят фотодиод, накопительный конденсатор и ключевой N-канальный МОП-транзистор. Последовательное подключение ячеек к выходу производится импульсами регистра сдвига, управляемого внешними

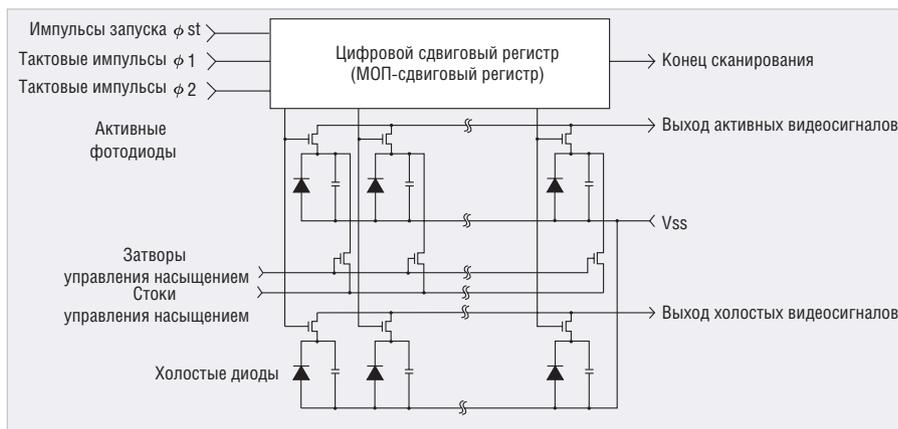


Рис. 13. Структура приборов серий S3921...S3924

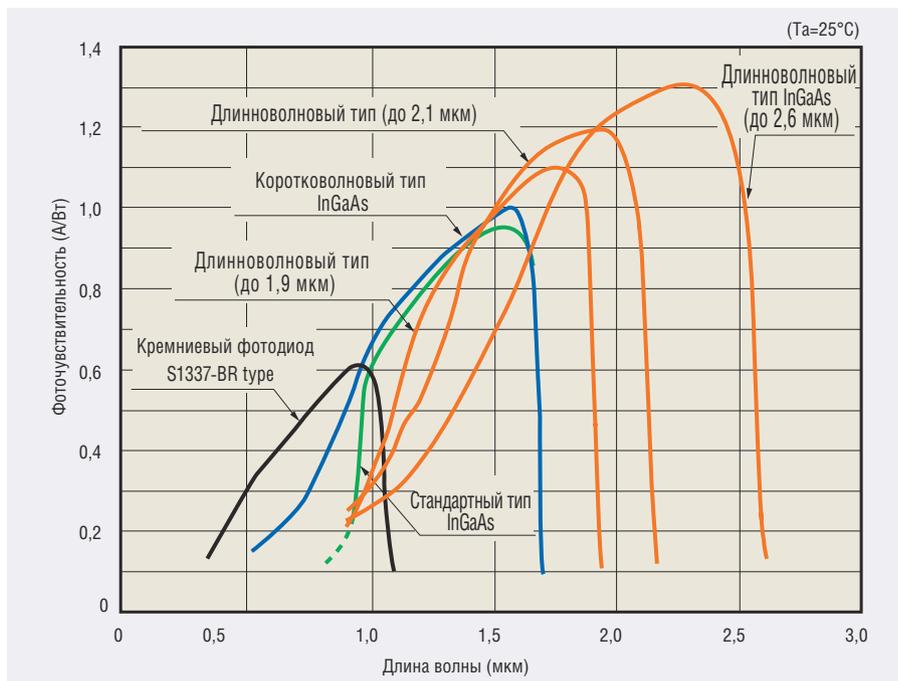


Рис. 14. Спектральные характеристики фотодиодов

ми тактовыми импульсами и импульсами запуска сканирования.

Светочувствительные поверхности холостых фотодиодов закрыты алюминиевой плёнкой, поэтому они не чувствительны к свету. На линии холостых ячеек в моменты коммутации ключей формируются такие же короткие шумовые всплески (Spike Noise), что и на активной линии. Сигналы с линии холостых ячеек могут быть использованы для подавления шумовых всплесков с помощью внешних схем.

Ключевые антиблуминговые МОП-транзисторы могут использоваться для борьбы с оптической пересветкой (блумингом) с помощью внешних управляющих сигналов для повышения уровня ограничения выходных сигналов фотодиодов при больших освещённостях.

Приборы выпускаются с токовым выходом (Current Output Type) и с выходом по напряжению (Voltage Output Type).

Приведём основные особенности приборов всех серий и индивидуальные отличия отдельных серий:

- высокая чувствительность в ближней и средней областях ультрафиолетового спектра с хорошей стабильностью;
- малый темновой ток и высокий заряд насыщения, обеспечивающие длительное время интеграции и широкий динамический диапазон при комнатной температуре;
- отличная выходная линейность (Output Linearity) и пространственная однородность чувствительности (Sensitivity Spatial Uniformity);
- S3901...S3904 – токовый выход, разрешение 128/256/512/1024 пикселей, малая мощность потребления (1 мВт);
- S3921...S3924 – выход по напряжению, разрешение 128/256/512/1024 пикселей;



Рис. 15. Двумерный InGaAs-датчик изображения G13544-01

- S5930/S5931 – встроенный термоэлектрический элемент для охлаждения, разрешение 256/512/1024 пикселей;
- S8380/S8331 – повышенная чувствительность в инфракрасной области спектра, разрешение 128/256/512/1024 пикселей.

InGaAs-датчики изображения HAMAMATSU

Датчики изображения на основе арсенида галлия-индия обладают высокой чувствительностью в ближней инфракрасной области спектра (0,74...2,5 мкм). Для наглядности на рисунке 14 приведены спектральные характеристики чувствительности кремниевых фотодиодов и различных разновидностей InGaAs-фотодиодов. Компания выпускает как линейные, так и двумерные InGaAs-датчики изображения.

Основные области применения линейных приборов: измерители температуры, приборы для многоканальной спектрофотометрии, системы неразрушающего контроля, скрининг посторонних объектов, мониторы для волоконно-оптических DWDM-систем, системы оптической когерентной томографии, анализаторы оптического спектра.

Основные области применения двумерных InGaAs-датчиков изображения: визуализация объектов в инфракрасной области спектра, тепловизоры, измерение параметров лазерного излучения, системы обнаружения скрытых изображений в ближней инфракрасной области спектра, скрининг посторонних объектов.

В каталоге компании 2017 года представлено восемь типов двумерных InGaAs-датчиков изображения с разрешением от 64×64 пикселя (G11097, G12460) до 640×512 пикселей (G13393). Одним из последних разработанных приборов этой группы является гибридный датчик изображения G13544-01 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 15). Прибор, выполненный в 28-выводном металлическом корпусе размерами 38×25 мм с защитным стеклом из сапфира с антибликовым покрытием, состоит из двух

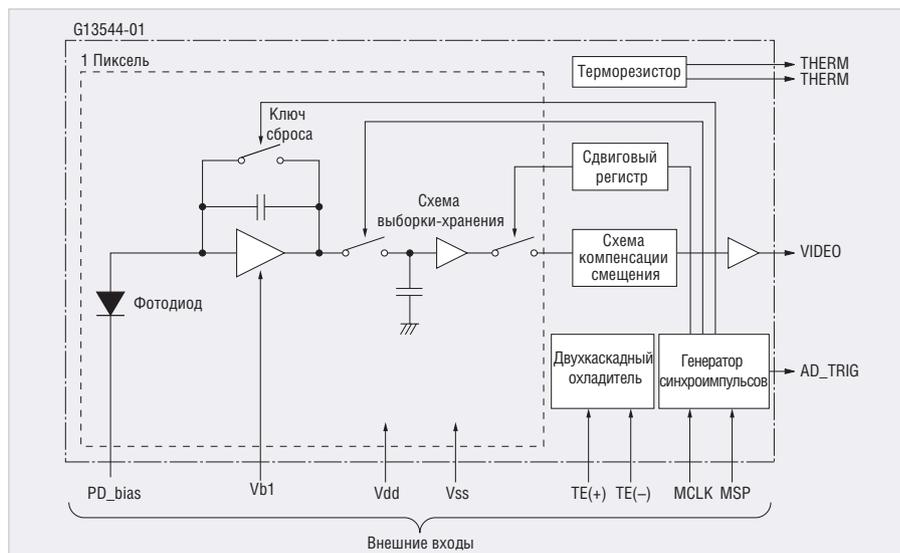


Рис. 16. Структура прибора G13544-01



Рис. 17. Двумерный InGaAs-датчик изображения G13393-0909W

частей – интегральной КМОП-схемы считывания и матрицы InGaAs-фотодиодов с общим разрешением 192×96 пикселей размерами 9,6×4,8 мм, размер пикселей – 50×50 мкм. В прибор также интегрирован двухступенчатый термоэлектрический охладитель (элементы Пельтье).

Прибор характеризуется высокой фоточувствительностью (1,1 А/Вт на длине волны 1,75 мкм) в ближней инфракрасной области спектра с длинами волн 1,12...1,9 мкм, максимальная скорость считывания – 867 кадров в секунду в полнокадровом режиме. Простое управление обеспечивается за счёт применения встроенного генератора синхриимпульсов с внешним запуском.

Фотодиоды и другие электронные компоненты в приборе сгруппированы в четыре одинаковых блока по 48×96 пиксельных ячеек каждый, выходные видеосигналы блоков выводятся отдельно по четырём шинам Video 1...Video 4. Структура блоков приведена на рисунке 16, пунктиром на рисунке выделена одна пиксельная ячейка.

Двумерный InGaAs-датчик изображения G13393-0909W имеет наибольшее разрешение 640×512 пикселей размерами 20×20 мкм (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 17). Фотодиоды и другие электронные ком-

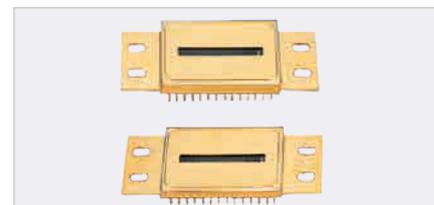


Рис. 18. Линейные InGaAs-датчики изображения серий G11508, G11475...G11478

поненты в приборе также сгруппированы в четыре блока по 160×512 пиксельных ячеек. Отличием структуры блоков приборов от структуры, представленной на рисунке 16, является отсутствие усилителей в пиксельных ячейках и наличие дополнительных выходов видеосигналов Video_R1...Video_R2. Прибор работает в диапазоне длин волн 0,95...1,7 мкм, при этом фоточувствительность на длине волны 1,55 мкм составляет 0,8 А/Вт. Конструктивно датчик выполнен в таком же корпусе, что и прибор G13544-01, размеры светочувствительной матрицы – 12,8×10,2 мм.

В каталоге компании 2017 года представлено несколько серий линейных InGaAs-датчиков изображения: G11508, G11475...G11478 (спецификация 2017 г., внешний вид приведён на рисунке 18). Приборы этих серий обеспечивают разрешение 256 и 512 пикселей, размеры пикселей – 50×500, 25×500, 50×250, 25×250 мкм. Основные области применения приборов: многоканальная спектрофотометрия, температурные измерения, неразрушающая инспекция объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hamamatsu Photonics. Image sensors: <http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/category/3100/4005/index.html>

НОВОСТИ МИРА

«УМНЫЕ» СТАНКИ
ДЛЯ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Партнёрский консорциум SmartFactoryKL показал рабочую станцию с улучшенным человеко-машинным интерфейсом в рамках демонстрации возможностей завода эпохи четвёртой промышленной революции. Её особенность состоит в том, что компьютерная оболочка максимально интегрирована в производственный процесс. Кроме того, рабочая станция оснащена вспомогательной системой с интуитивным управлением.

Рабочая станция передаёт данные через унифицированную архитектуру OPC, что роднит её с автоматизированными производственными модулями (которые можно напрямую к ней подсоединить). Прямая связь осуществлена через автоматически управляемые транспортные средства – роботов, которые перевозят изделия от различных станков к станции и обратно. Конечный пункт маршрута определяется планом производства и доступностью станков.

Вспомогательная система получает заказы прямо на дисплей оператора с помощью простого пользовательского интерфейса. Его переработали, чтобы внедрить «стыков-

ку» с роботом-транспортёрщиком. Оператор подтверждает доставку продукта от робота и может при необходимости запросить дополнительную поставку через пользовательский интерфейс. Это позволяет оператору активно влиять на производственный процесс. Новый подход позволяет гибче реагировать на потребности в производстве: можно перевести его в ручной или полуавтоматический режим, а можно оставить полностью автоматическим.

Различные детали, например крышки или клипсы, хранятся на рабочей станции в отдельных контейнерах. Оператор выбирает нужные и собирает их в готовый уникальный продукт. Система с помощью тензодатчиков автоматически вычисляет текущий уровень заполнения каждого контейнера на основе веса. Полученные таким способом данные облегчают инвентаризацию складской продукции. Кроме того, каждый контейнер оснащён RFID-меткой для идентификации.

На следующем этапе развития рабочей станции концепция Plug & Play будет реализована на уровне тензодатчика: когда контейнер помещается на тензодатчик, система автоматически распознаёт его бла-



годаря RFID-метке и регулирует процесс производства.

Дальнейшее развитие систем помощи в сборке предоставит больше возможностей для оператора, поскольку установка рабочих станций станет ещё проще. Цель – создать интуитивно понятную систему помощи оператору, которая не потребует от него специальных навыков в ИТ-сфере. Необходимое программное обеспечение работает в фоновом режиме и для оператора остаётся невидимым. Использование современных технологий позволяет оператору легко контролировать и адаптировать производственную линию. В результате производство получается более гибким.

www.smartfactory.de



ICAPE GROUP

Компания ООО «Айкейп Рус»

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ ИЗ КИТАЯ

- **27** заводов по производству печатных плат всех степеней сложности
- **IQTS** Сервис быстрого изготовления печатных плат (от 1 дня)
- Двойной контроль качества в собственной лаборатории
- **15 миллионов** плат производятся нами ежемесячно



ЗАКАЗНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

- **50** заводов по производству технических деталей
- Быстрая доставка до двери и техническая поддержка

LED/LCD
дисплеи



Моточные
изделия



Кабельная
сборка



Разъемы



Корпуса



и многое другое...

Реклама

www.icape-group.com/ru

Tel: +7 495 668 11 33 order@icaperussia.com






РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

российских и зарубежных производителей



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Печатные платы, твердотельные накопители
- Инверторы, конвертеры, источники питания, зарядные устройства для всех типов аккумуляторов
- Постоянно в наличии весь ряд SMD-компонентов и электрических соединителей
- Работаем в соответствии с основными федеральными законами №223-ФЗ от 18.07.2011, №44-ФЗ от 05.04.2013, №275-ФЗ от 29.12.2012
- СМК соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012, ЭС РД 009-2014, ЭС РД 010-2015