

# Современные продукты и технологии Hamamatsu: ПЗС-датчики изображения

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

Данный обзор посвящён ПЗС-датчикам изображения компании Hamamatsu Photonics. В статье приводятся основные параметры новых приборов, рассматриваются особенности их устройства и области применения.

Японская компания Hamamatsu Photonics является одним из мировых лидеров в разработке и производстве наукоёмких продуктов и приборов в области оптоэлектроники, предназначенных для научных исследований, различных отраслей промышленности, сложного медицинского оборудования и других профессиональных приложений. Такое направление деятельности компании задал её основатель Хейхачиро Хориучи (1917–1997 гг.) – достойный ученик знаменитого японского учёного, изобретателя и организатора, «отца японского телевидения» Кениро Такаянаги.

В 90-е годы в компании созданы подразделения InGaAs приборов и новых полупроводниковых компонентов, начато производство ПЗС-датчиков изображения с обратной засветкой и утончённой подложкой. Продукты компании используются для проведения научных исследований многими ведущими лабораториями. В частности, детектор Super Kamiokande для регистрации нейтрино содержит

11 200 20-дюймовых фотоумножителей Hamamatsu. В 2008 году компания включена в список основных спонсоров проекта Большого адронного коллайдера (Швейцария).

Продукты Hamamatsu находят применение как в приборах широкого применения, так и в самых ответственных приложениях: в позитронно-эмиссионных томографах, компьютерных томографах, в сверхмощных лазерных блоках (до 1000 лазерных диодов с общей мощностью 110 кВт), а также в оборудовании и приборах для космических исследований, в медицинском, промышленном и научном оборудовании.

В каталогах компании фигурируют более двух десятков категорий продуктов, таких как фотооптические интегральные схемы и фотодиоды, приборы для оптической связи, композитные полупроводники, светоизлучающие диоды, мини-спектрометры, источники света, электронные трубки, камеры, лазерные диоды и модули [1].

Официальным дистрибьютором Hamamatsu в России является компания «ЮЕ-Интернейшл» [2].

В категории опто-полупроводниковых детекторов представлена группа датчиков изображения, выполненных по различным технологиям. Компания выпускает датчики изображения с высокой чувствительностью и широким динамическим диапазоном для высокоточных измерений и промышленных применений. Ассортимент приборов охватывает широкий спектральный диапазон, простирающийся от дальнего инфракрасного излучения, перекрывающий ближний инфракрасный участок (NIR), спектр видимого света, ближний ультрафиолет (NUV), вакуумный ультрафиолет (VUV) и достигающий спектра рентгеновского излучения.

На рисунке 1 показано положение датчиков изображения различных видов, выпускаемых компанией, на осях длин волн и энергий фотонов. В каталоге компании 2017 года в группе датчиков изображения представлены следующие виды продуктов:

- **ПЗС-датчики** изображения (ФПЗС – фоточувствительные приборы с зарядовой связью) отличаются чрезвычайно низким уровнем шума, что, соответственно, обеспечивает высокое отношение сигнал/шум на выходе. Hamamatsu применяет в основном ФПЗС с полнокадровым переносом, достигающие 100%-го заполнения площади матрицы светочувствительными элементами и собирающие свет практически с нулевыми потерями. ПЗС-датчики такого типа позволяют применять их для высокоточных измерений, например, в спектрофотометрии. Компания выпускает приборы двух конфигураций – с фронтальным освещением (Front Illumination Type CCD) и с обратной засветкой и утончённой подложкой (Back-Thinned Type CCD);
- **КМОП-датчики** изображения содержат схемы усиления и синхронизации в каждой пиксельной ячейке и легко интегрируются в различные устройства с минимальным числом внешних компонентов. Приборы

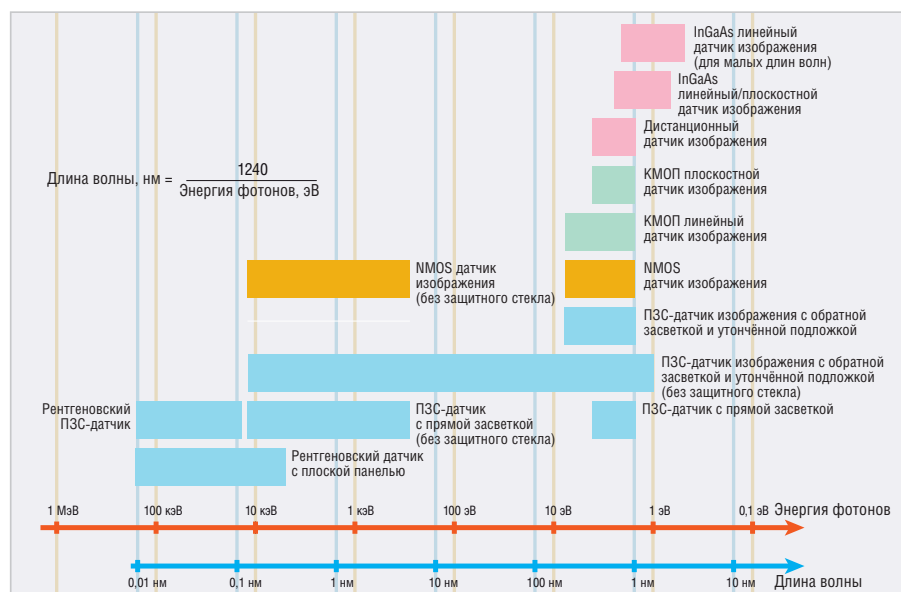


Рис. 1. Области применения датчиков изображения

- квалифицируются по следующим направлениям: линейные КМОП-датчики изображения, датчики с повышенной чувствительностью в ближней инфракрасной области спектра, датчики для работы в рентгеновском диапазоне и профильные устройства для систем обнаружения движения наблюдаемых объектов;
- **NMOS-датчики** изображения хорошо подходят для приложений, в которых важна высокая чувствительность в ультрафиолетовом диапазоне. Приборы обладают высокой линейностью и способны накапливать большое количество заряда, что особенно важно в спектрофотометрии, где уровни освещённости достаточно велики;
  - **дистанционные датчики** изображения предназначены для применения в системах измерения расстояния до объекта времяпролётным методом (TOF – Time of Flight). При использовании дистанционных датчиков совместно с импульсно-модулированным источником света определение расстояния производится на основе информации о разности фаз по вре-

мени, в течение которого излучается и принимается свет. Для получения данных о расстоянии используются внешние схемы и программная обработка данных на ПК;

- **InGaAs-датчики** изображения предназначены для работы в ближнем инфракрасном диапазоне с длинами волн до 2,6 мкм. Выпускаются линейные датчики для сканирования объектов и обзорные датчики для работы в NIR;
- **фотодиодные решётки с усилителями** в связи с большими по сравнению с ПЗС- и КМОП-датчиками изображения расстояниями между фотодиодами используются в основном в промышленном оборудовании и в системах линейного сканирования, например, для проверки багажа;
- **рентгеновские датчики** изображения конструктивно выполнены в виде сборки из ПЗС- или КМОП-датчиков изображения и оптически связанными с ними сцинтилляторами (панелями, светящимися под воздействием рентгеновского излучения).

Схемы для датчиков изображения выполняются в виде плат, на которых реализованы различные узлы и установлены компоненты и микросхемы для усиления, синхронизации и управления датчиками и их согласования с внешними приборами и компьютерами.

В каталоге компании 2017 года ПЗС-датчики изображения квалифицируются по назначению и принципам работы следующим образом:

- для спектрофотометрии;
- для систем машинного зрения;
- для научных измерений;
- датчики с временной задержкой и накоплением;
- датчики с обратной засветкой и временной задержкой и накоплением;
- датчики рентгеновского диапазона.

Следует отметить, что сферы применения ПЗС-датчиков изображения (кроме рентгеновских приборов) значительно шире, и они могут применяться в самых различных промышленных и специальных приложениях.

Основные параметры ПЗС-датчиков Hamamatsu, разработанных позже 2015 года, приведены в таблице. В таблицу не включены ПЗС-датчики

## ЮЕ-ИНТЕРНЕЙШНЛ

Официальный дистрибьютор

**HAMAMATSU**  
PHOTON IS OUR BUSINESS

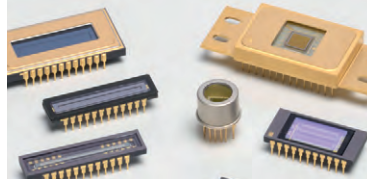
### Области применения изделий:

Научные исследования / Спектроскопия /  
Радиационный контроль / Медицинская техника /  
Дефектоскопия / Оптическая связь /  
Рентгеновская техника /  
Экологический мониторинг /

Высокочувствительные  
ПЗС и научные КМОП камеры



Si и InGaAs фотодиоды,  
ПЗС/КМОП линейки и матрицы

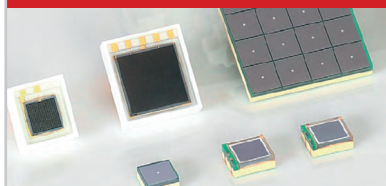


ФЭУ, сборки и модули



Кремниевые ФЭУ (МРРС)

Спектральные лампы и системы



[www.yeint.ru](http://www.yeint.ru)

[yesupport@yeint.ru](mailto:yesupport@yeint.ru)

[www.hamamatsu.su](http://www.hamamatsu.su)

[hamamatsu@yeint.ru](mailto:hamamatsu@yeint.ru)

реклама Санкт-Петербург  
(812) 313-34-40

Москва  
(495) 150-52-21

Н.Новгород  
(831) 220-59-64

Новосибирск  
(383) 319-17-09

Екатеринбург  
(343) 365-90-40

Самара  
(846) 264-80-46

Основные характеристики ПЗС-датчиков Hamamatsu

Тип прибора	Технология	Разрешение	Размеры пикселей, мкм	Спектральный диапазон, нм	Скорость считывания, линий/с
<b>ПЗС-датчики изображения для спектрофотометрии</b>					
S13255-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x500	200...1100	2327
S13256-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x1000	200...1100	2327
S13240-1107	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	921
S13240-1108	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	539
S13240-1109	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	203
S13241-1107S	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	921
S12241-1108S	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	539
S13241-1109S	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	203
S10140-1107-01	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	107
S10140-1108-01	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	80
S10140-1109-01	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	40
S10141-1107S-01	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	107
S10141-1108S-01	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	80
S10141-1109S-01	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	40
S12101	Back-Thinned	2048x2048	12x12	200...1100	40
S11511-1006	CCD Image Sensor	1024x64	14x14	200...1100	188
S11511-1106	CCD Image	2048x64	14x14	200...1100	106
S11490	Back-Thinned	1024x1	24x500	320...1100	10000
S11491	Back-Thinned	2048x1	12x500	320...1100	30000
S11155-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x500	200...1100	2327
S11156-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x1000	200...1100	2327
S11151-2048	Front Illuminated	2048x1	14x200	200...1000	484
S11850-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	106
S11851-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	651
S10420-1004-01	Back-Thinned	1024x16	14x14	200...1100	220
S10420-1006-01	Back-Thinned	1024x64	14x14	200...1100	188
S10420-1104-01	Back-Thinned	2048x16	14x14	200...1100	115
S10420-1106-01	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	106
S11071-1004	Back-Thinned	1024x16	14x14	200...1100	1776
S11071-1006	Back-Thinned	1024x64	14x14	200...1100	751
S11071-1104	Back-Thinned	2048x16	14x14	200...1100	1302
S11071-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	651
S11510-1006	CCD Image Sensor	1024x64	14x14	200...1100	188
S11510-1106	CCD Image Sensor	2048x64	14x14	200...1100	106
S7031-0906S	Back-Thinned	512x58	24x24	200...1100	418
S7031-0907S	Back-Thinned	512x122	24x24	200...1100	3161
S7031-1006S	Back-Thinned	1024x58	24x24	200...1100	213
S7031-1007S	Back-Thinned	1024x122	24x24	200...1100	160
S7030-0906	Back-Thinned	512x58	24x24	200...1100	418
S7030-0907	Back-Thinned	512x122	24x24	200...1100	316
S7030-1006	Back-Thinned	1024x58	24x24	200...1100	213
S7030-1007	Back-Thinned	1024x122	24x24	200...1100	160
S11500-1007	CCD Image Sensor	1024x122	24x24	200...1100	160
S11501-1007	CCD Image Sensor	1024x122	24x24	200...1100	160
S12071	Back-Thinned	1024x1024	24x24	165...1100	–
S9970-0906	Front Illuminated	512x60	24x24	400...1100	169
S9970-1006	Front Illuminated	1024x60	24x24	400...1100	86
S9970-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9970-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9971-0906	Front Illuminated	512x60	24x24	400...1100	169
S9971-1006	Front Illuminated	1024x60	24x24	400...1100	86
S9971-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9971-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9972-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9972-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9973-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9973-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
<b>ПЗС-датчики изображения для систем машинного зрения</b>					
S12551-2048	Front Illuminated	2048x1	14x14	200...1000	9500
S12379	CCD Image Sensor	2048x1	8x8	200...1000	36000
<b>ПЗС-датчики изображения для научных измерений</b>					
S10747-0909	Back iLuminated	512x512	24x24	300...1100	–
S7170-0909	Back-Thinned	512x512	24x24	300...1100	–
S7171-0909	Back-Thinned	512x512	24x24	200...1100	–
S9037-0902	Back-Thinned	512x4	24x24	200...1100	–
S9037-1002	Back-Thinned	1024x4	24x24	200...1100	–
S9038-0902S	Back-Thinned	512x4	24x24	200...1100	–
S9038-1002	Back-Thinned	1024x4	24x24	200...1100	–
<b>ПЗС-датчики изображения с временной задержкой и накоплением</b>					
S10200-02-01	Back-Thinned TDI	1024x128	12x12	–	–
S10201-04-01	Back-Thinned TDI	2048x128	12x12	–	–
S10202-08-01	Back-Thinned TDI	4096x128	12x12	–	–
S10202-16-01	Back-Thinned TDI	4096x128	12x12	–	–

рентгеновского диапазона, так как все приборы этой группы разработаны ранее 2015 года.

В графе «Технология» представлены следующие типы устройств: Back-Thinned – ПЗС с обратной засветкой и утончённой

подложкой, CCD Image Sensor – стандартный ПЗС-датчик изображения, Front Illumination – ПЗС с прямой засветкой, Back Thinned TDI – с обратной засветкой, утончённой подложкой, временной задержкой и накоплением.

В графе «Разрешение» приведено число эффективных пикселей по горизонтали и вертикали.

В графе «Скорость считывания линий» – скорость считывания всех горизонтальных линий матриц.

Более подробно рассмотрим особенности некоторых ПЗС-датчиков изображения компании, приведённых в таблице.

Датчики S13255-2048, S13256-2048 (см. рис. 2) – линейные ПЗС-датчики с обратной засветкой, утончённой подложкой и функцией электронного затвора. Приборы построены по принципу резистивного затвора, что обеспечивает высокую скорость считывания изображения, до 10 МГц. Основными сферами применения этих датчиков являются спектрометры, требующие короткого времени интегрирования или быстрого считывания, и промышленные приложения, требующие высокоскоростного сканирования изображения. Светочувствительное окно датчиков имеет размеры 28,672x0,5 мм (S13255) и 28,672x1 мм (S13256), а сами пиксели приборов имеют форму вытянутого в вертикальном направлении прямоугольника с размерами 14x500 мкм и 14x1000 мкм. Общее число пикселей – 2128, эффективное – 2048. Приборы отличаются высокой чувствительностью в широком диапазоне длин волн – от ультрафиолетовых до инфракрасных. Основные особенности и параметры приборов:

- минимальное время интегрирования – 2 мкс, запаздывание изображения – 0,1%;
- скорость сканирования линий – до 4 кГц;
- полная ёмкость пикселей – 200 000 электронов;
- шум считывания – 30 электронов;
- диапазон рабочих температур кристаллов –50...+60°C;
- потребляемая мощность – 60...75 мВт.

В приборы встроены термоэлектрические охладители (TE-cooler) на основе элементов Пельтье, обеспечивающие поддержание температуры внутри прибора около 5°C (ток в цепи охладителя 0,1...1,8 А, при токе 0,5 А температура около 10°C).

Датчики S13240, S13241, S10140, S10141 (см. рис. 3) – ПЗС-датчики изображения высокого разрешения с полнокадровым переносом (FFT-CCD). Серии S10140 и S10141 характеризуются малым уровнем шума, а серии S13240, S13241 – высоким быстродействием. Приборы серий S13241 и S10141 осна-

щены термоэлектрическими охладителями. В ПЗС-датчиках изображения рассматриваемых серий применены различные материалы защитных стёкол – кварцевое стекло в приборах серий S13240 S10140, сапфир с антибликовым покрытием (AR-coated sapphire) в приборах серии S13241 и S10141. Датчики имеют высокую чувствительность в диапазоне от ближних ультрафиолетовых до инфракрасных волн.

Особенности и параметры приборов:

- размеры светочувствительных окон датчиков в зависимости от числа горизонтальных строк (122/25/506) составляют 24,576×1,466/3/6,073 мм;
- полная ёмкость пикселей – 500 000 электронов;
- шум считывания – 30 электронов (S13240/S13241), 4 электрона (S10140/S10141);
- динамический диапазон (по всей площади сканирования) – 2 333 (S13240/S13241) и 20 000 (S10140/S10141);
- частота выходного сигнала – до 2,5 МГц (S13240/S13241), до 250 кГц (S10140/S10141);
- мощность потребления – 100 мВт (S13240/S13241), 16 мВт (S10140/S10141);
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Основные области применения приборов рассматриваемых серий, рекомендованные изготовителем: инспекция промышленной продукции и полупроводниковых приборов, секвенирование ДНК, детектирование малых уровней освещённости, рамановская спектроскопия, флуоресцентные спектрофотометры, спектрометры с индуктивно-связанной плазмой (ICP).

Датчики S12101, S12071 (см. рис. 4) – ПЗС-датчики изображения высокого разрешения с повышенной чувствительностью в ультрафиолетовой области спектра, функцией антиблуминга и квадратным окном размерами 24,576×24,576 мм. Приборы различаются в основном только числом пикселей – 2048×2048 (S12101) и 1024×1024 (S12071). В обоих приборах имеются встроенные термоэлектрические охладители ( $I_{\text{макс}} = 4 \text{ А}$ ,  $U_{\text{макс}} = 3,4 \text{ В}$ ). Для защиты светочувствительного окна приборов используется кварцевое стекло.

Приборы могут работать в двух, выбираемых пользователем, режимах: Тар А и Тар В. Режим Тар А предназначен для приложений, работающих в условиях малой освещённости

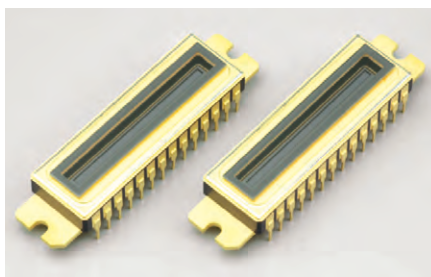


Рис. 2. ПЗС-датчики S13255, S13256

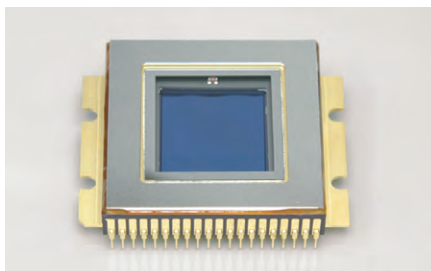


Рис. 4. ПЗС-датчики S12101, S12071

(частота выходного сигнала до 1 МГц). Режим Тар В подходит для приложений, требующих высокого быстродействия с частотами до 30 МГц (S12101) и 10 МГц (S12071).

Характеристики данных приборов:

- полная ёмкость пикселей – 80 000 электронов (S12101) и 350 000 электронов (S12071);
- шум считывания – 5/35 электронов (Тар А/Тар В для S12101), 9/50 электронов (Тар А/Тар В, для S12071);
- динамический диапазон – 160 00/2285 (S12101), 38 888/7000 (S12071);
- мощность потребления – 50/80 мВт (S12010), 45/70 мВт (S12071);
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Основные области применения, рекомендованные изготовителем: спектрометры с индуктивно-связанной плазмой, научные измерительные приборы, приложения для визуализации ультрафиолетового излучения.

Датчики S7170-0909, S7170-0909-01 (см. рис. 5) – ПЗС-датчики изображения с полнокадровым переносом, обратной засветкой и утончённой подложкой. Матрица датчика имеет разрешение 512×512 пикселей. Размер пикселя составляет 24×24 мкм. Размеры светочувствительного окна приборов – 12,288×12,288 мм.

Приборы характеризуются высокой чувствительностью – квантовая эффективность в области длин волн 580-650 нм составляет более 90%. Датчики различаются материалами защитного окна – сапфир (S7170-0909) и

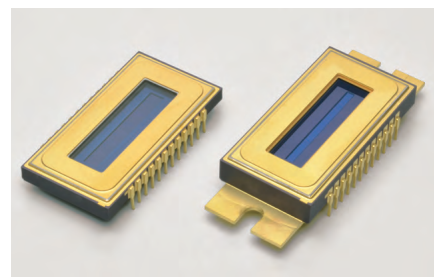


Рис. 3. ПЗС-датчики S13240, S13241, S10140, S10141

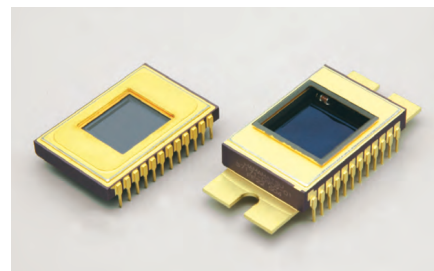


Рис. 5. ПЗС-датчики S7170

сапфир с антибликовым покрытием (S7170-0909-01). В прибор S7170-0909-01 также интегрирован термоэлектрический охладитель. Основные особенности и параметры приборов:

- полная ёмкость пикселей – 600 000 электронов;
- шум считывания – 8 электронов;
- динамический диапазон – 75 000 при линейном сканировании, 40 000 – при полнокадровом;
- мощность потребления – 13 мВт;
- частота выходного сигнала – до 1 МГц;
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Области применения приборов, рекомендованные изготовителем: научные измерительные приборы, инспекция полупроводниковых приборов, визуализация ультрафиолетового излучения, наблюдение биофотонов (Biophoton Observation).

Датчики S10200, S10201, S10202 (см. рис. 6) – линейные ПЗС-датчики изображения, выполненные по технологии TDI. Метод сканирования объектов наблюдения с временной задержкой и накоплением по этой технологии позволяет значительно улучшить качество получаемых изображений при низких уровнях освещённости.

Принцип сканирования методом TDI упрощённо показан на рисунке 7. Сканирование осуществляется синхронно с движением объектов наблюдения или самого датчика относительно объектов. Отклики, полученные с различных строк датчика, после соответствующей задержки суммируются, в результате

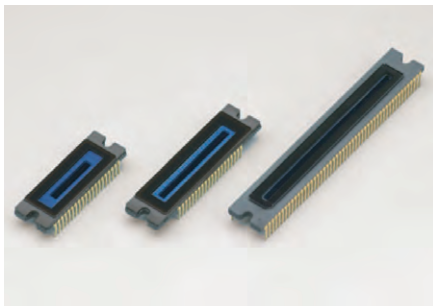


Рис. 6. ПЗС-датчики S10200/201/202

чего выходной сигнал увеличивается. Дополнительным преимуществом TDI-ПЗС-датчиков изображения, например, в системах машинного зрения, является возможность сокращения затрат на освещение объектов съёмки.

ПЗС-датчики изображения рассматриваемых серий выполнены по технологии с обратной засветкой и утончённой подложкой с квадратными пикселями размерами 12×12 мкм. В зависимости от исполнения, приборы обеспечивают разрешение от 1024×128 до 4096×128. Размеры окон составляют от 12,288×1,536 мм до 49,152×1,536 мм.

Датчики перекрывают широкий диапазон спектра, от ближнего ультрафи-

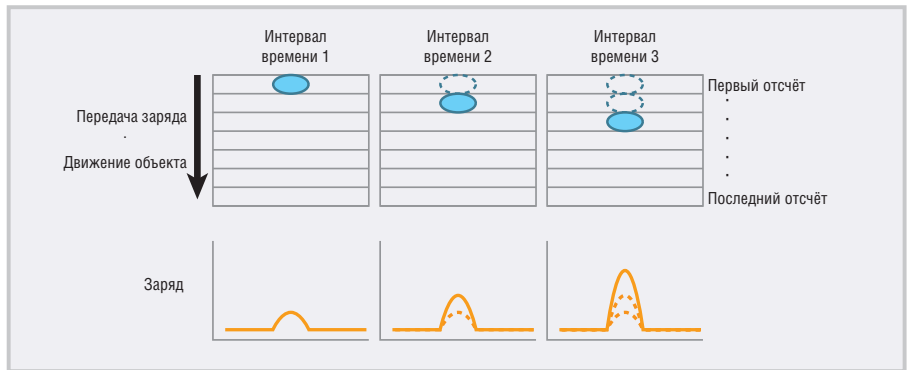


Рис. 7. Принцип работы TDI ПЗС-датчиков

олетового до ближнего инфракрасно-го излучения.

Характеристики приборов:

- скорость считывания линий 50 кГц (100 кГц для S10202-16-01);
- скорость считывания пикселей – 30 МГц/порт;
- полная ёмкость пикселей – 100 000 электронов, шум считывания – 35 электронов, динамический диапазон – 2857;
- мощность потребления – 120 мВт на порт;
- диапазон рабочих температур – –50...+60°С.

Основные области применения приборов, рекомендованные изготовителем: визуализация быстро движущихся объектов, например, при сортировке промышленной продукции, инспекция электронных компонентов, инспекция полупроводниковых приборов, проточная цитометрия. На основе таких датчиков компания Hamamatsu Photonics выпускает видекамеры серии C10000.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. <http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/category/index.html>.
2. <http://www.hamamatsu.su/about>.



**innodisk**

Industrial  
**SATADOM-MV**  
**3SE-S** Series

**ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ**

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)



Реклама



# Специальные цены на PADS Mentor Graphics

## PADS Standard

– от 199 000 руб.

Бессрочные лицензии с годовой технической поддержкой

Проверенные на практике технологии проектирования печатных плат

Качественные инструменты схемотехнического и топологического проектирования

- Включен 1 год поддержки
- Трансляторы Altium®, OrCAD® и др.
- Библиотека компонентов
- Мастер создания компонентов
- Сайт PartQuest с более чем 450 тыс. компонентов
- Создание иерархических схем на основе таблиц
- Управление компонентами
- Онлайн-анализ схем с помощью PADS AMS Cloud
- Повторное использование схем
- Иерархическое задание ограничений
- Верификация на основе правил проектирования
- Интерактивная и автоматическая трассировка
- Разделение полигона и заливка медью
- Проектирование ВЧ-плат
- 3D-рендеринг с импортом/экспортом STEP
- Проверка на технологичность
- Управление архивами
- Сравнение и просмотр проектов

### Доступные опции

- Анализ целостности питания
- Тепловой анализ
- Правил проектирования (DRC)
- Анализ DDR

## PADS Standard Plus

– от 399 000 руб.

Бессрочные лицензии с годовой технической поддержкой

Простые в использовании технологии HyperLynx®

Мощные инструменты проектирования топологии

**PADS Standard Plus включает в себя все функциональные возможности PADS Standard и расширен следующими инструментами проектирования:**

- Сравнение и просмотр проектов
- 3D-размещение с учетом правил проектирования
- Встроенное двунаправленное управление ограничениями
- Поддержка высокоскоростных ограничений
- Дифференциальные пары
- Трассировка по согласованной и минимальной/максимальной длине трасс
- Повторное использование проектов
- Интерактивная трассировка высокоскоростных цепей
- Единая библиотека
- Проверка целостности сигнала и наводок
- Тепловой анализ
- Аналоговое моделирование

### Доступные опции

- Взаимодействие с механическими САПР
- Автотрассировка высокоскоростных цепей, DFT
- Анализ технологичности
- Анализ целостности питания
- Тепловой анализ
- Проверка правил проектирования (DRC)
- Анализ DDR

Подробности: [www.cad-expert.ru/pads\\_promo](http://www.cad-expert.ru/pads_promo)

Тел: +7 (495) 645-8626

Порядок участия. Специальное предложение предназначено для компаний, зарегистрированных на территории России. Приобретение программных решений PADS осуществляется только через авторизованных дилеров ЗАО «Нанософт». Покупка должна быть осуществлена не позднее 25 декабря 2017 г. Количество пакетов PADS Standard и PADS Standard Plus, участвующих в акции, ограничено. Организатор вправе отказать в покупке или изменить условия поставки для отдельных компаний.