

Твердотельные алюминиевые и танталовые конденсаторы с полимерным электролитом производства компании Sanyo

Лев Мисожников, Александр Павлов, Валерий Бауткин (Москва)

В статье кратко описаны высококачественные электролитические конденсаторы известного японского производителя.

В составе современной радиоэлектронной аппаратуры пассивные электронные компоненты составляют немногим более 2% по стоимости, но примерно 70% – по количеству (а в некоторых устройствах – до 90..95%) [1–4]. Самыми массовыми пассивными компонентами традиционно являются конденсаторы – емкостные элементы электрической цепи, способные накапливать и отдавать электрический заряд.

Растущие требования к миниатюризации, надёжности и повышенной стойкости к внешним факторам обуславливают серьёзные качественные изменения в номенклатуре конденсаторов, связанные с внедрением новых материалов и технологий, а также новых конструктивных решений [5–7].

Производимые компанией Sanyo Electric, Япония, твердотельные алюминиевые (OS-CON) и танталовые (POSCAP) электролитические полимерные конденсаторы полностью соответствуют высоким требованиям, предъявляемым к комплектующим изделиям для современного электро-технического и электронного оборудования [8].

Благодаря использованию в конденсаторах OS-CON и POSCAP полимера с высокой проводимостью получены

сверхнизкие значения эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) и превосходные частотные характеристики импеданса. Конденсаторы OS-CON и POSCAP характеризуются увеличенным сроком службы, высокой надёжностью и термостойкостью.

СВОЙСТВА КОНДЕНСАТОРОВ OS-CON и POSCAP

Основные свойства:

- низкое ESR благодаря использованию проводящего полимера;
- отсутствие свинца в конструкции и производстве: технология производства конденсаторов OS-CON и POSCAP исключает использование свинца (изделия Pb-free); конденсаторы соответствуют Правилам ограничения содержания опасных веществ RoHS;
- длительный срок службы:
 - OS-CON – отдельные серии конденсаторов имеют срок службы 50 000 ч при температуре 85°C и пригодны для длительного использования в промышленном оборудовании,
 - POSCAP – срок службы 2000 ч при 105°C;
- превосходные температурные характеристики: ESR конденсаторов OS-CON и POSCAP остаётся стабиль-

ным при работе в диапазоне температур от –55 до 105°C (некоторые серии – до 125°C);

- устойчивость к броскам пускового тока: гарантированная устойчивость конденсаторов POSCAP к броскам пускового тока в 20 А;
- широкий диапазон ёмкости:
 - OS-CON – 3,3...2700 мкФ,
 - POSCAP – 4,7...1500 мкФ;
- конденсаторы OS-CON и POSCAP пригодны для использования в качестве:
 - развязывающих конденсаторов благодаря превосходным частотным характеристикам импеданса,
 - сглаживающих конденсаторов для импульсных источников питания и резервных конденсаторов для центрального процессора, поскольку выдерживают большой ток пульсации,
 - резервных конденсаторов в силовых цепях;
- высокое напряжение, высокая надёжность:
- конденсаторы с номинальным напряжением 35 В или конденсаторы с высокой надёжностью могут использоваться в электронном оборудовании автомобилей и в промышленном оборудовании;
- основное назначение – подавление помех в цепях питания импульсных и цифровых схем.

Алюминиевые электролитические конденсаторы OS-CON включают в себя серии твердотельных конденсато-

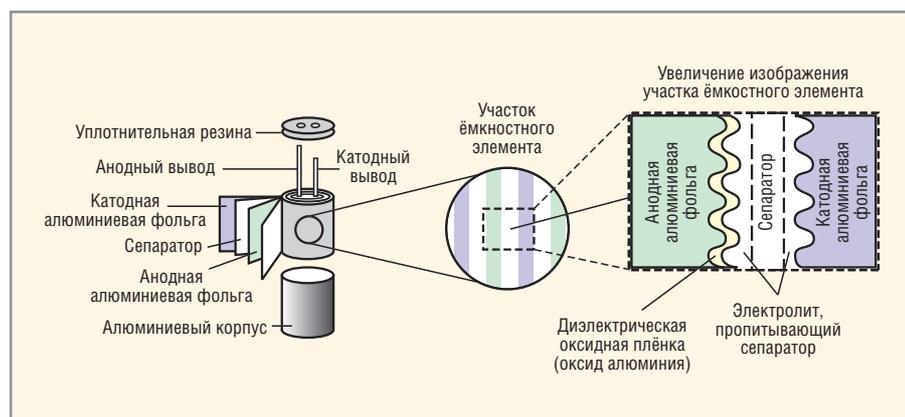


Рис. 1. Конструкция конденсатора OS-CON

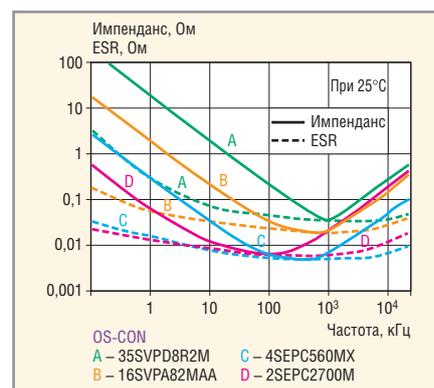


Рис. 2. Частотная зависимость импеданса и ESR у конденсатора OS-CON

Таблица 1. Материалы конденсаторов различного типа

Алюминиевый электролитический конденсатор	Сепаратор, пропитанный раствором электролита	Жидкий электролит
OS-CON с органическим полупроводником	Сепаратор, пропитанный органическим полупроводником (сложная соль TCNQ)	Твердотельный электролит
OS-CON с проводящим полимером	Сепаратор, пропитанный проводящим полимером политиофен (polythiophene)	Твердотельный электролит

ров с проводящим полимером и серии твердотельных конденсаторов с органическим полупроводящим электролитом.

В первых алюминиевых электролитических конденсаторах с проводящим полимером применялся жидкий электролит, который получали из сложной соли (isoquinolinium). Такой конденсатор был и остаётся известным как конденсатор OS-CON, разработанный японской компанией Sanyo. По мнению

специалистов компании, конденсатор OS-CON (разработка 1980-90-х гг.) является конденсатором третьего поколения, следующего за алюминиевыми электролитическими конденсаторами с жидким электролитом (разработаны в 1908 г.) и танталовыми оксидно-полупроводниковыми конденсаторами на основе двуокиси марганца (разработаны в 1953 г.).

Конструкция конденсатора OS-CON (см. рис. 1) во многом напоминает

конструкцию традиционного алюминиевого конденсатора: намотанная секция из проложенных сепаратором анодной и катодной фольги. Различие заключается в электролите (см. таблицу 1).

Отличительными особенностями алюминиевых электролитических конденсаторов с проводящим полимером являются [6–8]:

- увеличенная площадь поверхности алюминиевой электродной фольги обеспечивает гораздо большее зна-

Таблица 2. Особенности конденсаторов различного типа

Особенности	Алюминиевый электролитический конденсатор	OS-CON	
		с органическим полупроводником	с проводящим полимером
	3	300	3000
Проводимость, мСм/см	<ul style="list-style-type: none"> Трудно снизить ESR из-за ионной проводимости; ESR увеличивается, в частности, в условиях низких температур 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий уровень электронной проводимости обеспечивает сверхнизкое ESR; Значение ESR стабильно в условиях низких температур 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий уровень электронной проводимости обеспечивает сверхнизкое ESR; Значение ESR стабильно в условиях низких температур
Надёжность, срок службы	<ul style="list-style-type: none"> Жидкий электролит испаряется при высокой температуре; Статическая ёмкость снижается при высокой температуре; Высыхание электролита приводит к сокращению срока службы; Значительные изменения характеристик конденсатора с изменением температуры 	<ul style="list-style-type: none"> Твердотельный электролит с незначительным испарением; Незначительное снижение статической ёмкости; Длительный срок службы при высокой температуре; Незначительные изменения характеристик конденсатора с изменением температуры 	<ul style="list-style-type: none"> Твердотельный электролит с незначительным испарением; Незначительное снижение статической ёмкости; Длительный срок службы при высокой температуре; Крайне незначительные изменения характеристик конденсатора с изменением температуры
Температурные параметры	Двукратное увеличение срока службы на каждые 10°C снижения температуры	Десятикратное увеличение срока службы на каждые 20°C снижения температуры	Десятикратное увеличение срока службы на каждые 20°C снижения температуры
	105°C/2000 ч 85°C/8000 ч	105°C/2000 ч 85°C /20 000 ч	105°C/2000 ч 85°C /20 000 ч

Таблица 3. Сравнительные параметры конденсаторов при температуре окружающей среды 25°C

Параметры	OS-CON	Алюминиевый электролитический конденсатор	Танталовый конденсатор
Ёмкость/напряжение	100 мкФ/6,3 В	680 мкФ/6,3 В	100 мкФ/10 В
Пульсирующее напряжение, мВ	22,8	23,8	24,8
Размеры, мм	6,6 × 6,6	10,5 × 10,5	7,5 × 4,5
Соотношение сторон контактной площадки на плате	1	7,15	1,46
Частота	200 кГц		

Таблица 4. Сравнительные параметры конденсаторов при температуре окружающей среды -20°C

Параметры	OS-CON	Алюминиевый электролитический конденсатор	Танталовый конденсатор
Ёмкость/напряжение	100 мкФ/6,3 В	680 мкФ/6,3 В	100 мкФ/10 В
Пульсирующее напряжение, мВ	20,8	24,4	25,2
Размеры, мм	6,6 × 6,6	10,5 × 10,5	7,5 × 4,5
Соотношение сторон контактной площадки на плате	1	16,7	1,46
Частота	250 кГц		

Таблица 5. Сравнительные параметры конденсаторов при температуре окружающей среды 70°C

Параметры	OS-CON	Алюминиевый электролитический конденсатор	Танталовый конденсатор
Ёмкость/напряжение	100 мкФ/6,3 В	680 мкФ/6,3 В	100 мкФ/10 В
Пульсирующее напряжение, мВ	25,6	24,0	24,8
Размеры, мм	6,6 × 6,6	10,5 × 10,5	7,5 × 4,5
Соотношение сторон контактной площадки на плате	1	4,77	1,46
Частота	170 кГц		

чение ёмкости (большую плотность заряда);

- пропитка электролитом обеспечивает тесный контакт между диэлектриком – алюминиевой оксидной плёнкой на поверхности анодной алюминиевой фольги – и катодной алюминиевой фольгой;
- поскольку электролит выполняет функции катода, обеспечивается

более высокий уровень проводимости.

Таблица 2 суммирует основные различия в электролитах и характеристиках между конденсаторами OS-CON и традиционными алюминиевыми электролитическими конденсаторами. В таблицах 3–5 приведено сравнение габаритных и электрических характеристик конденсаторов OS-CON с тра-

диционными алюминиевыми и танталовыми конденсаторами при температуре окружающей среды 25, -20 и 70°C.

Частота собственного резонанса у конденсатора OS-CON находится в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц (см. рис. 2). Значение ESR чрезвычайно мало – приблизительно 5 мОм на частоте 100 кГц при ёмкости 560 мкФ. Изменение ESR и ёмкости конденсаторов OS-CON незна-

Таблица 6. Тип электролита конденсаторов

Конденсатор	Электролит
Стандартный танталовый конденсатор	Двуокись марганца
POSCAP	Проводящий полимер

Таблица 7. Условия испытаний конденсаторов

POSCAP	Алюминиевый электролитический конденсатор
105°C/2000 ч	105°C/2000 ч
85°C/20000 ч	85°C/8000 ч
65°C/200000 ч	65°C/32 000 ч

чительны как при низких, так и при высоких температурах (см. рис. 3 и 4).

При выборе конденсатора для цепей сглаживания в источниках питания решающее значение имеет способность конденсатора выдерживать большие токи пульсации. Поскольку конденсатор с более высоким значением ESR нагревается сильнее, он не может выдерживать большие токи. По сравнению с другими электролитическими конденсаторами, ESR конденсаторов OSCON настолько мало, что позволяет обеспечивать гораздо более высокую устойчивость конденсаторов к токам пульсации (см. рис. 5 и 6).

Танталовые твердотельные конденсаторы с проводящим полимером POSCAP отличаются от стандартных танталовых электролитических конденсаторов только электролитом (см. таблицу 6). В конденсаторе POSCAP в качестве анодного материала используется спечённый тантал. Оксидный слой, сформированный на поверхности спечённого тантала, является диэлектриком, а проводящий полимер – электролитом. Спечённый тантал имеет пористую структуру, что обеспечивает большую площадь поверхности и большую ёмкость*. В свою очередь, используемый в качестве электролита проводящий полимер имеет высокую электрическую проводимость, что обеспечивает низкое ESR конденсатора POSCAP.

Особенностью конденсаторов POSCAP являются их превосходные частотные характеристики. Использование проводящего электролита значительно улучшает значения ESR конденсаторов POSCAP и позволяет им работать на более высоких частотах. На рисунке 7 приведены частотные характеристики конденсатора POSCAP в сравнении с характеристиками алюминиевого электролитического и танталового конденсаторов.

При низких и высоких температурах характеристики конденсаторов POSCAP изменяются незначительно (см. рис. 8), поэтому они пригодны для использования в аппаратуре с широким диапазоном изменения температуры эксплуатации.

При выборе сглаживающего конденсатора для источника питания важной характеристикой является допустимый ток пульсации, который определяется выделяемой конденсатором

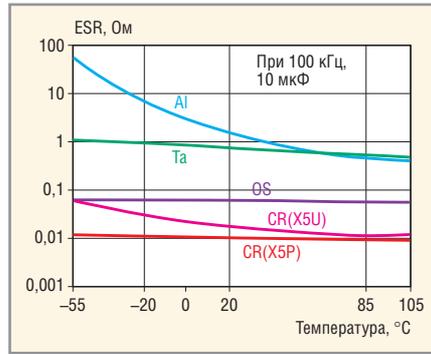


Рис. 3. Температурная зависимость эквивалентного последовательного сопротивления (ESR)

OS – OSCON, Al – алюминиевый электролитический конденсатор, Ta – танталовый конденсатор, CR(X5P) – керамический конденсатор (X5P тип), CR(X5U) – керамический конденсатор (X5U тип)

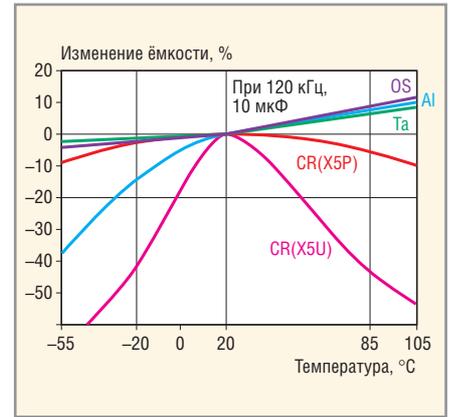


Рис. 4. Температурная зависимость ёмкости

OS – OSCON, Al – алюминиевый электролитический конденсатор, Ta – танталовый конденсатор, CR(X5P) – керамический конденсатор (X5P тип), CR(X5U) – керамический конденсатор (X5U тип)

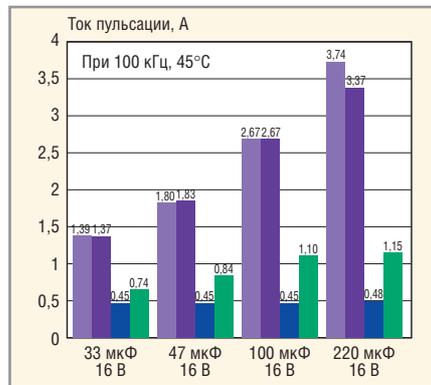


Рис. 5. Допустимый ток пульсации при 100 кГц, 45°C

Светло-фиолетовый – OS-CON (SVP серия), фиолетовый – OS-CON (SA серия), синий – алюминиевые электролитические конденсаторы (низкий импеданс), зелёный – танталовые конденсаторы (низкое ESR)

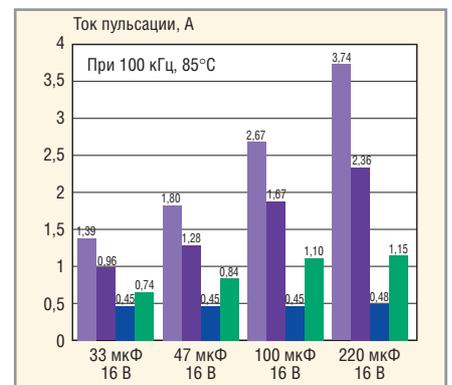


Рис. 6. Допустимый ток пульсации при 100 кГц, 85°C

Светло-фиолетовый – OS-CON (SVP серия), фиолетовый – OS-CON (SA серия), синий – алюминиевые электролитические конденсаторы (низкий импеданс), зелёный – танталовые конденсаторы (низкое ESR)

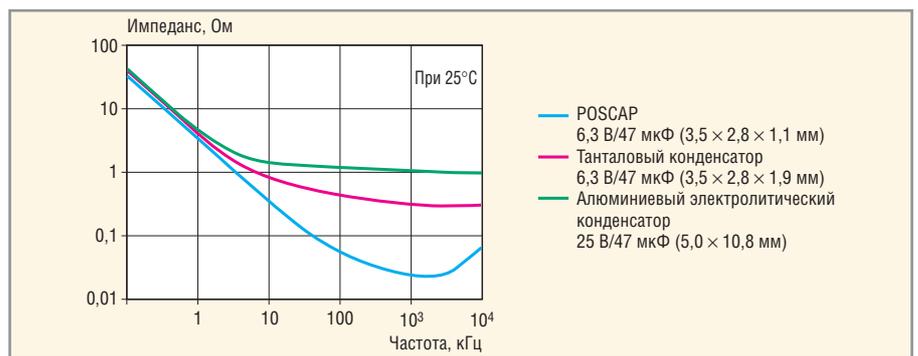


Рис. 7. Частотные характеристики конденсатора POSCAP в сравнении с алюминиевым электролитическим и танталовым конденсатором

теплотой, соотносимой со значением ESR. Поскольку значение ESR у конденсатора POSCAP очень мало, характерное для него номинальное значение тока пульсации гораздо выше, чем у других электролитических конденсаторов.

И конденсатор POSCAP, и алюминиевый электролитический конденсатор имеют гарантированный срок службы в 2000 ч при температуре 105°C; однако со снижением температуры срок службы конденсатора POSCAP значительно увеличивается (см. таблицу 7).

* Аналогичная конструкция использовалась в отечественных конденсаторах типа ЭТО. – Прим. ред.

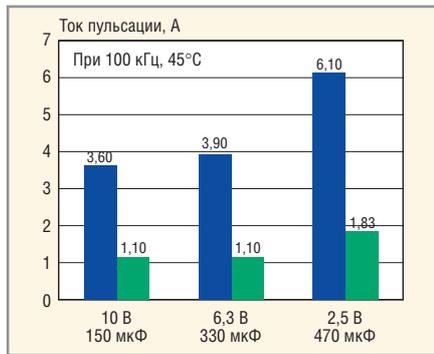


Рис. 8. Допустимый ток пульсации конденсатора POSCAP (синий цвет) в сравнении с традиционным танталовым конденсатором (зелёный цвет)

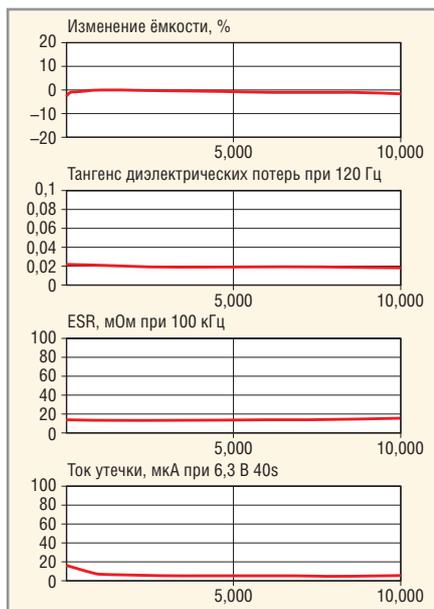


Рис. 9. Параметры конденсаторов POSCAP во время испытаний на наработку при температуре 105°C и напряжении 6,3 В

Нельзя не отметить высокую надёжность конденсаторов POSCAP. На рисунке 9 приведены графики тока утечки, ESR, тангенса диэлектрических потерь и изменения ёмкости конденсатора POSCAP во время испытаний на наработку при температуре 105°C и приложенном напряжении 6,3 В. Видно, что проводящий полимер конденсатора обеспечил превосходную температурную стабильность характеристик после 10 000 ч испытаний.

РЫНОК КОНДЕНСАТОРОВ OS-CON и POSCAP

Лидерами производства электролитических конденсаторов с проводящим полимером как в области технологии, так и по объёмам продаж являются Япония, Китай и Тайвань. По данным [9], спрос на полимерные конденсаторы возрастёт с 4,76 млрд. шт. в 2005 г. до 9,48 млрд. шт. в 2010 г. Сред-

ний ежегодный прирост объёма рынка полимерных алюминиевых конденсаторов составит 13%, а полимерных танталовых конденсаторов – 15%.

Конденсаторы OS-CON и POSCAP занимают свою, особую нишу на рынке конденсаторов с проводящим полимером. Благодаря использованию высокотехнологичных методов производства, обеспечивающих их высокую надёжность и превосходные электрические и массогабаритные характеристики, конденсаторы OS-CON и POSCAP успешно применяются в передовой радиоэлектронике и вычислительной технике. Несомненно, цена этих конденсаторов выше цены стандартных электролитических алюминиевых и танталовых конденсаторов, но она сопоставима с заявленными свойствами и параметрами.

Компания Sanyo Electric поставляет конденсаторы по всему миру, и её не может не привлекать потенциально ёмкий рынок российской радиоэлектронной аппаратуры. Однако в своей маркетинговой деятельности компания руководствуется политикой взвешенных решений и долговременных партнёрских отношений.

ЛИТЕРАТУРА

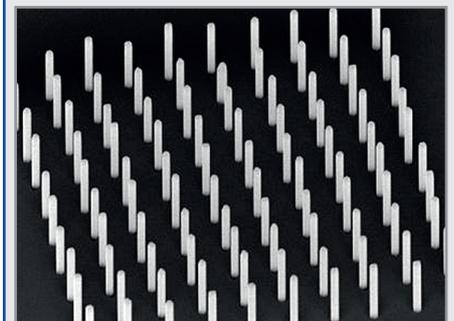
1. Покровский И. Развитие производства электроники в России. Новая электроника России, 2008.
2. Раскин А. Мировой рынок пассивных электронных компонентов. <http://www.rus-sianelectronics.ru/developer-r/review/acp/345/doc/545/>.
3. Деспотули А., Андреева А. Суперконденсаторы для электроники. Современная электроника. 2006. № 5.
4. Голубев И. Обзор современных конденсаторов. Современная электроника. 2006. № 5.
5. Бельский Б., Горбунов Н. Технологические и материаловедческие проблемы развития конденсаторов и нелинейных полупроводниковых резисторов. Современная электроника. 2008. № 1.
6. Фриман Ю., Хан Р., Леснер Ф., Примак Дж. Надёжность танталовых конденсаторов в жёстких условиях эксплуатации. Электронные компоненты. 2007. № 9.
7. Бельский Б., Горбунов Н. Танталовые конденсаторы – проблемы и перспективы. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2008. № 7.
8. Каталоги конденсаторов OS-CON и POSCAP компании Sanyo Electric Co., Ltd. <http://edc.sanyo.com/english/>.
9. Conductive Polymer Capacitors: World Markets, Technologies & Opportunities, 2005–2010. Pamanok Publications, Inc, 2010

Новости мира

IBM и европейские университеты ищут преемника КМОП-технологии

Компании IBM и Infineon с несколькими европейскими университетами объединились для создания технологии производства чипов, позволяющих снизить энергопотребление бытовой электроники в 10 раз. По подсчётам экспертов Международного агентства по энергетике (IEA), бытовая электроника потребляет 15% от общего расхода энергии в домах и офисах. По прогнозам на 2022 г., эта величина удвоится, а к 2030 г. составит 1700 тераватт-час. Запускаемый проект под названием Steeper должен будет также решить проблему потребления энергии электроникой в режиме ожидания. По оценкам комиссии по энергетике Европейского союза, эта величина составляет не менее 10% от суммарного расхода энергии бытовыми приборами и к 2014 г. увеличится до 49 ТВтч.

По мнению участников проекта Steeper, это количество энергии можно снизить практически до нуля за счёт перехода с традиционных металл-оксидных полупроводников (КМОП или CMOS) на полевые транзисторы с туннельным эффектом (tunneling field-effect transistor, T-FET). Транзисторы с туннельным эффектом были разработаны ещё в 1994 г., и текущая задача исследователей заключается в поднятии производительности T-FET-чипов для замены в современных процессорах и наборах логики. Как сообщает доктор Хайке Риель (Heike Riel) из IBM, ключевым моментом станет использование нанопроводников в канале транзистора для снижения тока утечки.



Рабочее напряжение T-FET-чипов будет всего 0,5 В. На трёхлетний проект выделяется \$5,5 млн., а в результате должна появиться технология производства T-FET-чипов на существующих производственных линиях.

<http://www.ibm.com>

Новости мира News of the World Новости мира

«Солнечная плитка» для тротуаров скоро поступит в продажу

Солнечная энергетика сейчас находится на подъёме – ведётся строительство крупных электростанций, снижается стоимость производства солнечных панелей, разрабатываются инновационные фотоэлектрические элементы. В число последних входит совместная разработка Onyx Solar и Butech, представляющая собой симбиоз тротуарной плитки и солнечной панели.



Примечательно, что «зелёную» лепту эта плитка вносит не только на этапе использования, – по словам разработчиков, в процессе изготовления «солнечной плитки» производится меньше углекислого газа, в чем процессе создания традиционных тротуарных покрытий. Onyx Solar рассчитывает на то, что выход инновационного покрытия на рынок состоится в конце этого года, что сделает совместный продукт двух компаний первым фотоэлектрическим тротуарным покрытием, доступным широкому кругу покупателей.



Покрытие не рассчитано на тяжёлый транспорт, однако прекрасно справится с человеческим трафиком, а также без проблем выдержит установленную мебель – на случай, если вы захотите выложить «солнечной плиткой» задний дворик своего дома. О цене и конкретной дате выпуска создатели пока не говорят, но есть все основания полагать, что это не очередной любопытный проект, который не доживёт до серийного производства, – ранее Onyx Solar и Butech совместно вывели на рынок вен-

тилируемые фотоэлектрические стеклянные фасады для зданий, широко используемые в строительстве по всему миру.

<http://inhabitat.com/>

В MIT создали «бумажные» солнечные батареи

В Массачусетском технологическом институте (Massachusetts Institute of Technology, MIT) создали солнечные батареи на бумажной основе. Это результат исследовательского проекта, финансируемого итальянской нефтяной компанией Eni.

Гибкие и тонкие солнечные батареи, несмотря на довольно низкий КПД (около 1%), способны генерировать ток, достаточный для питания небольшого светодиодного дисплея. Технология изготовления батарей заключена в послойном (до 5 слоёв) нанесении полупроводников на бумажную основу.



В отличие от традиционных кремниевых элементов, новая технология не требует высоких температур для осаждения слоя на подложку. Руководитель проекта Карен Глисон (Karen Gleason) говорит, что процесс напоминает образование кристалликов льда зимой на окнах в виде узоров.

Главным достоинством «солнечной бумаги» Глисон считает дешевизну изготовления, которая позволит использовать солнечные батареи в качестве штор, жалюзи или даже покрытия ноутбуков. В планах исследователей – поднять коэффициент преобразования таких батарей до 4%; коммерческое использование «солнечной бумаги» может начаться через пять лет.

<http://news.cnet.com/>

Новый экран проецирует изображение прямо в воздух

В ряду устройств для отображения информации появилось интересное пополнение. На CEATEC японская компания

Ishikawa Optics&Arts показала экраны, которые проецируют видеоряд в прозрачные сферические объекты, а также просто в воздух.

Space Projector чем-то напоминает устройство обратной проекции, однако не имеет экрана. Свет, проецируемый при помощи Space Projector, формирует изображение на определённом расстоянии от проектора. Полученное таким образом изображение можно увидеть только спереди, однако эффект, производимый на зрителя, того стоит – создаётся ощущение, что картинка зависла в воздухе. Ishikawa Optics&Arts таким образом проецировала изображение огня поверх настоящих поленьев.



Кроме впечатляющего «воздушного» проектора, компания показывала дисплей Crystal-ball. Сферический объект изготовлен из прозрачного полимера, внутри которого сформирован слой, рассеивающий направленный на него свет – он функционирует в качестве экрана. Ishikawa Optics&Arts позиционирует Crystal-ball в качестве имиджевого предмета для размещения в приёмных и холлах различных организаций либо как информационные дисплеи для музеев.



Цены на эти интересные экраны таковы: Crystal-ball диаметром 100 и 200 мм оценены в \$3000 и \$9800 соответственно, а Space Projector обойдётся покупателям примерно в \$7950.

<http://www.3dnews.ru/>