

## Maxwell: электронные компоненты для аэрокосмической промышленности

Татьяна МАМАЕВА  
tm@efo.ru

Компания Maxwell Technologies более 45 лет занимается разработкой технологий и электронных компонентов для аппаратуры военного и космического назначения. В настоящее время Maxwell — это один из ведущих производителей микросхем, которые отличаются повышенной надежностью, радиационной стойкостью и широкой функциональностью. Вся продукция компании производится по принципу COTS (Commercial-Off-The-Shelf), основанному на перенесении коммерческих технологий в сферу систем специального назначения. Такой подход позволяет использовать в качестве опытных образцов доступные на рынке коммерческие компоненты, что значительно снижает затраты на стадии разработки военных и космических систем.

Процесс производства начинается с тщательного тестирования чувствительности коммерческого кристалла к излучению. В результате тестирования производится выбор партии изделий с максимальной устойчивостью к случайным воздействиям (SEE, SEL, SEU) и предельной дозой облучения (TID), при которой еще сохраняется работоспособность.

Повышенная радиационная стойкость специально отобранных коммерческих кристаллов обеспечивается путем использования уникальных фирменных технологий компании Maxwell (интегрированная защита Rad-Pak, защита от рентгеновского излучения Xray-Pak, технология многоуровневого корпусирования Rad-Stak, защита от защелкивания LPT и др.), подтвержденных соответствующими патентами США. Интегрированная защита Rad-Pak является базовой технологией в производственном процессе и позволяет значительно повысить предельную дозу ионизирующего излучения для коммерческого кристалла путем его экранирования (рисунок).

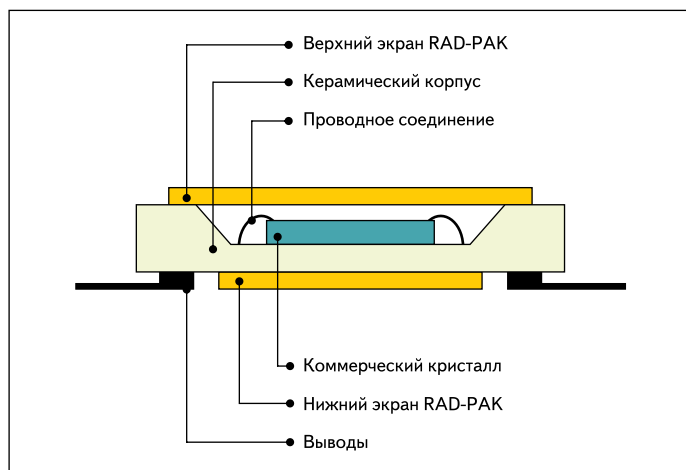


Рисунок. Корпус Rad-Pak

Эффективность такой защиты кристалла от воздействия радиации может отличаться в сотни раз и зависит от параметров орбиты, на которой он будет использоваться (зона электронных ловушек GEO — высота 33 000 км, зона протонных ловушек MEO — высота 2000 км или зона электронных и протонных ловушек LEO — высота 400–1500 км). На спутниковой орбите GEO технология корпусирования Rad-Pak позволяет в 500 раз повысить накопленную дозу, обеспечивая компонентам Maxwell возможность выдерживать излучение более 100 крад. Но при использовании этого же кристалла на спутниковой орбите MEO, где преобладающими частицами являются протоны, технология Rad-Pak позволяет усилить защиту кристалла от жесткого космического излучения только в 4 раза. На спутниковой орбите LEO технология Rad-Pak усиливает защиту кристалла в 7 раз.

Другие технологии Maxwell лишь дополняют Rad-Pak. Технология Xray-Pak обеспечивает защиту от рентгеновского излучения путем дополнительного экранирования с торцов корпуса микросхемы. Многоуровневая компоновка Rad-Stak применяется при производстве радиационно-стойкой SDRAM-памяти с информационной емкостью выше 1 Гбит. Применение многоуровневой технологии позволяет снизить габаритные размеры микросхемы SDRAM, при этом обеспечивается высокая плотность размещения кристаллов памяти внутри ее корпуса. Использование технологии LPT (Latch Up Protection Technology) защищает микросхему от эффекта защелкивания, возникающего вследствие взаимодействия кристалла с тяжелыми частицами (космические лучи, протоны, электроны, альфа-частицы).

При известных параметрах космического аппарата (уровень экранирования, длительность нахождения на орбите) и его местоположения компания Maxwell может смоделировать результат воздействия жесткого излучения на конкретный кристалл, определяя его пригодность для работы в условиях миссии заказчика.

Перечень производимой продукции (табл. 1–4) составляют микросхемы памяти (EEPROM, SRAM, SDRAM, PROM, Flash), логические устройства, операционные усилители, компараторы, мультиплексоры, АЦП и ЦАП, детекторы излучения.

Таблица 1. Микросхемы памяти


Изображение	Наименование	Краткие характеристики
	48SD1616	SDRAM, 256 Мбит (4М×16×4), 3,3 В
	48SD3208	SDRAM, 256 Мбит (8М×8×4), 3,3 В
	48SD6404	SDRAM, 256 Мбит (16М×4×4), 3,3 В
	72SD3232	SDRAM, 1 Гбит (8М×32×4), 3,3 В
	97SD3232	SDRAM, 1 Гбит (8М×32×4), 3,3 В
	97SD3240	SDRAM, 1,28 Гбит (8М×40×4), 3,3 В
	97SD3248	SDRAM, 1,5 Гбит (8М×48×4), 3,3 В
	29F0408	Flash, 32 Мбит (4М×8), 5 В
	69F1608	Flash, 128 Мбит (16М×8), 5 В, МКМ
	28C256T	EEPROM, 256 кбит (32К×8), 5 В
	28C010T	EEPROM, 1 Мбит (128К×8), 5 В
	28C011T	EEPROM, 1 Мбит (128К×8), 5 В
	28LV010	EEPROM, 1 Мбит (128К×8), 3,3 В
	28LV011	EEPROM, 1Мбит (128К×8), 3,3 В
	79C0408RP	EEPROM, 4 Мбит (512К×8), 5 В, МКМ
	79LV0408	EEPROM, 4 Мбит (512К×8), 3,3 В, МКМ
	79C0832RP	EEPROM, 8 Мбит (512К×16), 5 В, МКМ
	79LV0832	EEPROM, 8 Мбит (512К×16), 3,3 В, МКМ
	79C2040RP	EEPROM, 20 Мбит (512К×40), 5 В, МКМ
	79LV2040	EEPROM, 20 Мбит (512К×40), 3,3 В, МКМ
	33C108	SRAM, 1 Мбит (128К×8), 5 В
	32C408B	SRAM, 4 Мбит (512К×8), 5 В
	33LV408	SRAM, 4 Мбит (512К×8), 3,3 В
	89LV1632	SRAM, 16 Мбит (512К×32), 3,3 В, МКМ
	7025E	Двухпортовое ОЗУ (8К×16), 5 В
	7206F	FIFO (16К×9), 5 В

Таблица 3. Мультиплексоры, операционные усилители, логические устройства


Изображение	Наименование	Описание
	306	16-канальный аналоговый мультиплексор
	338	8-канальный аналоговый мультиплексор
	358	8-канальный аналоговый мультиплексор
	81840	128-канальный мультиплексор
	124	Четыре маломощных ОУ
	6484	Четыре КМОП ОУ
	OP220	Два микроощных ОУ
	OP284	ОУ
	OP400	Четыре маломощных ОУ с низким напряжением смещения
	OP490	Четыре микроощных ОУ
	139	Четыре компаратора с низким напряжением смещения
	903	Быстродействующий, малопотребляющий ОУ
	54BCT244	Восемь буферных элементов с тремя состояниями на выходе, 5 В
	54BCT245	8-разрядный приемопередатчик с тремя состояниями на выходе, 5 В
	54LVTH162244	Восемь буферных элементов с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	54LVTH162245	8-разрядный приемопередатчик с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	54LVTH162373	16-разрядный триггер-защелка с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	54LVT16373	16-разрядный триггер-защелка с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	54LVTH244A	Восемь буферных элементов с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	54LVTH245A	8-разрядный приемопередатчик с тремя состояниями на выходе, 3,3 В
	7B991	Управляемый формирователь тактовых импульсов

Таблица 2. АЦП и ЦАП

Изображение	Наименование	Описание
	7672	12-разрядный АЦП, 100 кSPS
	7805ALP	16-разрядный АЦП с параллельным интерфейсом, 100 кSPS
	7809LP	16-разрядный АЦП с последовательным интерфейсом, 100 кSPS
	7820	8-разрядный АЦП, 73,5 кSPS
	7872	14-разрядный АЦП, 83 кSPS
	9042	12-разрядный АЦП, 41 MSPS
	9240LP	14-разрядный АЦП, 10 MSPS
	7545A	12-разрядный умножающий ЦАП
	7846A	16-разрядный маломощный ЦАП
	8143	12-разрядный ЦАП с последовательным интерфейсом
	8408	8-разрядный КМОП ЦАП с памятью
	5675	16-разрядный быстродействующий ЦАП

Вся продукция Maxwell проходит множественные отбраковочные испытания с использованием сертификационных методов стандарта MIL-STD-883 и по окончании производственного процесса полностью соответствует стандартам MIL-PRF-38535 (Class S, QML-V, Class B, QML-Q) для монолитных микросхем и MIL-PRF-38534 (Class K, Class H)

Таблица 4. Детекторы излучения

Изображение	Наименование	Описание
	HSN-3000	Радиационно-стойкий датчик (100% screen) с флагом наличия радиационного излучения
	HSN-2000	Радиационно-стойкий датчик (10% screen) с флагом наличия радиационного излучения
	HSN-1000	Радиационно-стойкий датчик (100% screen)
	HSN-500	Радиационно-стойкий датчик (10% screen)

для гибридных микросхем. Высокое качество электронных компонентов Maxwell подтверждается участием компании в различных космических миссиях — AIM, Calipso, GPS II, ATV, Express, Glonass, AMOS-3 и др.

В статье был дан краткий обзор технологий и продукции компании Maxwell, рекомендованной для бортовой аппаратуры космического назначения. Более подробную информацию и рекомендации по применению микросхем можно получить на сайте производителя [www.maxwell.com](http://www.maxwell.com).