

# Энергонезависимая память и другие решения компании Fudan Microelectronics

Д. Садеков<sup>1</sup>

УДК 621.382 | ВАК 05.27.01

Китайская компания Fudan Microelectronics известна, в первую очередь, своими разработками в области микросхем энергонезависимой памяти, таких как SPI NOR/NAND флеш-память, EEPROM. Кроме того, компания выпускает микросхемы для идентификации, микроконтроллеры общего назначения для интеллектуальных счетчиков, криптографические чипы, заказные ИС. Изделия Fudan Microelectronics находят применение в широком спектре приложений: мобильных устройствах, смарт-картах, системах контроля доступа, приборах учета и расхода, телекоммуникационных и автомобильных системах, измерительных приборах и др. Продукты компании завоевали популярность на рынке благодаря сочетанию приемлемой цены и высокого качества. В статье представлен обзор продуктовой линейки Fudan Microelectronics, особенности и области применения ключевых серий.

Fudan Microelectronics Group была основана в 1998 году при поддержке венчурной компании Shanghai Commercial Investment Venture Capital и Фуданьского университета (г. Шанхай). Сегодня Fudan Microelectronics – одна из ведущих китайских компаний по проектированию и производству энергонезависимой памяти, чипов для смарт-карт с усовершенствованной защитой и специализированных ИС. Компания также предоставляет услуги по проектированию заказных ИС в материковом Китае.

В сотрудничестве с Фуданьским университетом и Университетом науки и технологий компанией были созданы инженерно-технологический центр по исследованию и разработке ИС и лаборатория систем-на-кристалле. Специалистами компании была разработана собственная методология преобразования HDL/Verilog HDL-кода при проектировании и верификации топологии кристалла, создан процесс автоматического объединения библиотек макроячеек и ячеек стандартных ИС, который был использован при проектировании микроконтроллеров.

Головной офис Fudan Microelectronics расположен в г. Шанхай, проектные подразделения находятся в Сингапуре и Гонконге. Штат компании на сегодняшний день насчитывает более 500 сотрудников. Fudan Microelectronics фигурирует в списке 200 ведущих компаний малого и среднего бизнеса по версии Forbes Asia.

## ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ ПАМЯТЬ

Центральное место в номенклатуре продукции Fudan Microelectronics занимают микросхемы энергонезависимой памяти, в том числе EEPROM, SPI NOR/NAND флеш-память, параллельная NAND флеш-память. Кроме того, компания выпускает некоторые типы специализированной энергонезависимой памяти.

В линейке EEPROM компания предлагает несколько серий микросхем с последовательными интерфейсами I<sup>2</sup>C, SPI, Microwire в компактных корпусах SOP8, TSSOP8, MSOP8, SOT23, WLCSP. Ключевыми областями применения этих изделий являются смартфоны, бытовая электроника, промышленные и коммуникационные системы, медицинские приборы и др. EEPROM от Fudan Microelectronics обеспечивает хранение данных в течение не менее 40 лет, ресурс микросхем составляет 1 млн циклов стирания/записи. Микросхемы оснащены специальным выводом для аппаратной защиты данных от случайной записи. В моделях с индексом D реализован дополнительный сектор памяти, недоступный для записи (объемом до 128 бит), и 128-битный идентификатор с уникальным номером устройства. Микросхемы работают от напряжения питания в диапазоне от 1,7 до 5,5 В, диапазон рабочих температур от –55 до 125 °С.

В серии FM24Cxxx, оснащенной последовательным интерфейсом I<sup>2</sup>C, предлагаются устройства емкостью от 2 Кбит до 1 Мбит с максимальной рабочей частотой 1 МГц (для FM24C02C – 400 кГц). В серии FM93Cxxx с интерфейсом Microwire – микросхемы емкостью от 1 до 4 Кбит с максимальной рабочей частотой 2 МГц. Серия FM25xxx

<sup>1</sup> Холдинг «Золотой Шар», менеджер по развитию, тел.: +7 495 234-01-10 (доб. 260), sadekov@zolshar.ru.

с интерфейсом SPI включает в себя устройства емкостью от 8 до 512 Кбит, работающие на частоте до 20 МГц.

Fudan Microelectronics предлагает также высоконадежную NOR флеш-память с интерфейсом SPI, которая ориентирована на широкий спектр приложений: мобильные телефоны, сетевые устройства, системы безопасности, ПК, устройства Интернета вещей, дисплеи, офисное оборудование, системы промышленного управления и др. Этот тип памяти отличается высокой надежностью, устройства оснащены усовершенствованными механизмами защиты от случайной записи.

Линейка SPI NOR флеш-памяти включает в себя микросхемы с информационной емкостью от 0,5 до 128 Мбит, оснащенные интерфейсами SPI, Dual SPI, Quad SPI, QPI с рабочей частотой до 104 МГц. Микросхемы обеспечивают хранение данных в течение не менее 20 лет, ресурс достигает 100 тыс. циклов стирания/записи. Устройства поставляются в компактных корпусах SOP8 (208 mil), SOP8, DFN8, WLCSP и работают в диапазоне питающих напряжений 1,65–3,6 В (серия FM25Wxx) или 2,3–3,6 В (серии FM25Fxx/FM25Qxx). Для защиты данных в микросхемах предусмотрены 32-байтовые секторы безопасности и 128-битные уникальные идентификаторы. Обновление данных в микросхемах допускается по отдельным секторам или блокам, можно сконфигурировать чип в режиме программируемой защиты выделенной области памяти. Микросхемы рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур от –40 до 85 °С.

В категории NAND флеш-памяти с последовательным интерфейсом SPI компания Fudan Microelectronics предлагает микросхемы емкостью от 1 до 4 Гбит для таких приложений, как мобильные телефоны, карты данных, телеприставки, сетевые устройства, коммуникационное оборудование, игрушки и др. В качестве вариантов интерфейсов доступны SPI, Dual SPI, Quad SPI, QPI. Хранение данных гарантируется в течение не менее 10 лет, ресурс достигает 100 тыс. циклов записи. Микросхемы оснащаются функционалом безопасности (вывод защиты от записи, 16-Кбайт OTP-секторы безопасности, 64-битный уникальный идентификатор устройства). Диапазон питающих напряжений составляет 1,7–1,95 В (FM25LGxx) или 2,7–3,6 В (FM25Gxx). Микросхемы с более низким напряжением питания работают на частоте от 50 до 88 МГц, с более высоким – на частоте до 108 МГц.

В устройствах предусмотрена опция кодирования с исправлением ошибок (ECC), а также возможность постраничного перемещения данных при коррекции ошибок. Микросхемы поставляются в корпусах типа TDFN8 (6×8 мм, совместим с WSON8) и BGA24 (6×8 мм) и рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур от –40 до 85 °С.

Кроме NAND флеш-памяти с последовательным интерфейсом SPI, Fudan Microelectronics предлагает



**FUDAN  
MICRO**

микросхемы параллельной NAND флеш-памяти на базе ячеек типа SLC емкостью от 1 до 4 Гбит для хранения кода во встраиваемых системах. Спектр приложений включает в себя промышленные системы, Интернет вещей, автомобильную электронику, сетевое оборудование, устройства хранения данных (SSD-накопители), телевизионные приставки, цифровое телевидение, мобильные телефоны.

Микросхемы оснащены параллельным 8-разрядным интерфейсом стандарта ONFI. Типовое время доступа не превышает 25 нс, время программирования страницы данных – 400 мкс, скорость передачи данных достигает 40 Мбайт/с. Для защиты данных во время переходных процессов по питанию предусмотрена аппаратная блокировка записи/стирания. В устройствах реализовано кодирование с исправлением ошибок (ECC). Диапазон питающих напряжений: 2,7–3,6 В. Микросхемы поставляются в корпусе TSOP48, обеспечивают хранение данных в течение не менее 10 лет, ресурс достигает 100 тыс. циклов стирания/записи. Микросхемы работают в промышленном диапазоне температур от –40 до 85 °С.

Fudan Microelectronics выпускает также ряд специализированных микросхем энергонезависимой памяти, в том числе EEPROM с интерфейсом последовательного детектирования (SPD) для DIMM-модулей, EEPROM с функцией VCM-драйвера для автофокуса компактных камер и флеш-память с функцией NFC-метки.

EEPROM с SPD-интерфейсом серии FM34C04D емкостью 4 Кбит (512×8 бит) обеспечивает детектирование DIMM-модуля в системе. Микросхема, оснащенная I<sup>2</sup>C-интерфейсом, содержит 16-байтный сектор безопасности данных и 128-битный уникальный идентификатор устройства. Кроме того, предусмотрена программная защита данных для каждого 128-байтного блока. Микросхема работает на максимальной частоте 1 МГц в диапазоне питающих напряжений от 1,7 до 3,6 В и предлагается в корпусе TSSOP8 или TDFN8. Устройства обеспечивают хранение данных в течение 40 лет, ресурс достигает 1 млн циклов записи, диапазон рабочих температур –55...125 °С.

Микросхемы EEPROM с функцией VCM-драйвера серии FM24VS64/FM24VS64R емкостью 64 Кбит содержат встроенный 10-разрядный ЦАП с токовым выходом и предназначены для управления автофокусом компактных камер (в смартфонах, цифровых и веб-камерах). EEPROM и ЦАП управляются через последовательный

I<sup>2</sup>C-интерфейс с тактовой частотой до 1 МГц. Микросхемы предлагаются в крошечном корпусе WLCSP6. Напряжение питания устройств от 2,3 до 3,6 В.

Линейка микросхем флеш-памяти с функцией NFC-метки содержит устройства емкостью от 32 Кбит до 4 Мбит. Доступ к памяти осуществляется как с помощью последовательного интерфейса (I<sup>2</sup>C или SPI), так и с помощью радиочастотного интерфейса, совместимого с ISO/IEC 14443A Type A. Когда доступ обеспечивается через РЧ-интерфейс, устройство полностью совместимо с метками NFC Forum Type 2. В микросхемах этой линейки выделена область памяти NFC-метки для хранения пользовательских данных емкостью 144, 504, 888 или 1884 байт в зависимости от модели. Доступ к NFC-метке возможен также с помощью обычного последовательного интерфейса. Максимальная тактовая частота при считывании данных из основной памяти составляет 33 МГц, диапазон питающих напряжений для микросхем с I<sup>2</sup>C-интерфейсом 1,6–5,5 В, а с SPI-интерфейсом – 2,7–3,6 В.

Устройства обеспечивают хранение данных в основной памяти в течение 20 лет, а в памяти метки – 40 лет. Ресурс основной памяти составляет 100 тыс. циклов, ресурс метки – 1 млн циклов стирания/записи. Предусмотрена программная и аппаратная защита данных.

## МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Еще одна категория устройств Fudan Microelectronics – микросхемы для контактной и бесконтактной идентификации, включая чипы для смарт-карт, считыватели, RFID ИС, а также микросхемы для обеспечения безопасности. В эту линейку продуктов входят более 20 типов микросхем, которые предназначены для таких приложений, как смарт-карты, карты доступа, электронные кошельки, транспортные карты и т. д.

Семейство микросхем для бесконтактных смарт-карт FM11RFxx содержит на кристалле память EEPROM емкостью от 8 до 32 Кбит, радиочастотный интерфейс стандарта ISO14443 Type A, криптографический модуль, блок управления и вычислений. Максимальная дальность связи между антенной считывателя и бесконтактной картой составляет около 10 см. Обмен данными осуществляется в полудуплексном режиме со скоростью 106 Кбит/с. В микросхемах этой серии сочетается функциональность процессора и высокий уровень защиты, что отвечает требованиям платежной карты. За безопасность отвечают блоки идентификации и шифрования, работающие на основе защищенных ключей доступа, уникального идентификационного номера микросхемы и шифрованной передачи данных.

Серия микросхем памяти EEPROM для смарт-карт с контактным интерфейсом FM44xx содержит два

устройства емкостью 2 и 8 Кбит. Чипы содержат последовательный 3-проводный интерфейс, совместимый со стандартом ISO 7816 (синхронная передача). Микросхемы обеспечивают хранение данных в течение 10 лет, ресурс достигает 100 тыс. циклов стирания/записи. Функционал безопасности этих устройств включает в себя защиту данных от записи и 2-байтный программируемый код, который необходимо вводить каждый раз перед перезаписью информации.

Семейство микросхем радиочастотной идентификации (RFID) FM13HF02x предназначено для маркировки изделий и продуктов в таких приложениях, как библиотеки, фармацевтика, медицина, торговля, контроль контрафакта, управление производством в различных областях промышленности. Эти чипы представляют собой второе поколение устройств, основанных на стандартах ISO/IEC 15693 и ISO/IEC 18000-3, в которых улучшены радиочастотные характеристики интерфейса и надежность EEPROM. В серии предлагаются два устройства с емкостью EEPROM 2 Кбит, разделенной на 64 блока (каждый по 4 байта). Микросхемы обеспечивают хранение данных в течение 50 лет, ресурс достигает 100 тыс. циклов стирания/записи. РЧ-интерфейс работает на частоте 13,56 МГц с поддержкой 2-блочной записи, обеспечивая передачу данных на скорости 26 Кбит/с. Рабочая дальность действия достигает 1,5 м. Микросхемы содержат уникальный идентификатор, который пользователь менять не может.

Еще одно семейство микросхем этой категории – NFC-метки серии FM11NTxxx, соответствующие NFC Forum Type 2, с бесконтактным (радиочастотным) или контактным (I<sup>2</sup>C/SPI) интерфейсом. Емкость EEPROM в зависимости от модели составляет 256 байт или 144/504/888 байт. Предусмотрена пользовательская область памяти размером 32 бита. Устройства гарантируют сохранение данных в течение 10 лет, ресурс – 100 тыс. циклов записи/стирания. Микросхемы оснащены функционалом детектирования РЧ-поля, который обеспечивает запуск внешнего устройства в зависимости от состояния интерфейса. РЧ-интерфейс обеспечивает работу на расстоянии до 10 см на частоте 13,56 МГц, скорость передачи данных 106 Кбит/с. Устройства можно использовать для подачи питания на внешние (маломощные) устройства (например, микроконтроллер) с помощью встроенной схемы аккумуляции энергии. Ключевые приложения для этих микросхем: электронные этикетки, бытовая электроника, медицинские приборы, идентификация устройств, Bluetooth-устройства.

В категории чипов для смарт-карт с процессором Fudan Microelectronics предлагает семейство FM12xx в составе трех устройств со сдвоенным интерфейсом: контактным (ISO/IEC 7816) и бесконтактным (ISO/IEC 14443 A). Эти устройства содержат процессорное ядро (набор команд

совместим с Turbo 8051), память программ (64 Кбайт ROM), память данных (16, 32 или 80 Кбайт EEPROM), оперативную память (RAM), модуль шифрования, модуль управления памятью, PC-интерфейс, блок ФАПЧ.

Среди криптографических чипов следует отметить FM15160 – 32-битный чип, содержащий несколько интерфейсов, в том числе USB, ISO7816, UART, SPI и GPIO. Встроенная память включает 160 Кбайт флеш-памяти, 64 Кбайт ROM и 8 Кбайт RAM. Микросхема поддерживает множество алгоритмов шифрования: симметричные (SM1, SM7, SSF33, SMS4, DES/3DES AES), асимметричные (SM2, ECC RSA) и хэш-алгоритмы (SM3, SHA1, SHA256, MD5). Микросхема оснащена аппаратным генератором истинных случайных чисел и специальными схемами, способными изолировать и обеспечивать защиту многопользовательских программ. FM15160 предназначена для реализации приложений на основе PKI, таких как USB-ключи, PSAM-карты, криптографические ключи в сфере электронной коммерции, электронного правительства, финансов, социального обеспечения и др. Флеш-память обеспечивает хранение данных в течение 100 лет.

Еще одна категория устройств Fudan Microelectronics – считыватели для бесконтактного обмена данными на частоте 13,56 МГц. Микросхемы серии FM17xxx представляют собой приемопередатчики, которые обеспечивают связь по протоколу ISO14443A с RFID-чипами, бесконтактными картами, транспондерами на расстоянии 5–7 см в зависимости от размера антенны и настройки. Эти чипы поддерживают режимы считывания и записи, подходят для широкого спектра приложений, таких как POS-терминалы, дверные замки, системы контроля доступа, защиты от контрафакта и идентификации.

Микросхемы этой серии обеспечивают обмен данными с совместимыми устройствами на скорости от 106 до 424 Кбит/с. Для связи с микроконтроллером в микросхемах серии FM17xxx реализованы интерфейсы SPI (до 10 Мбит/с), I<sup>2</sup>C, UART, а также параллельный интерфейс. Устройства оснащены программируемым таймером, FIFO-буфером на 64 байта для приема и передачи данных, а также встроенным CRC-сопроцессором. Микросхемы работают от напряжения питания 2,2–3,6 В.

Fudan Microelectronics предлагает также микросхему FM19420 для улучшения характеристик PC-интерфейса для NFC-меток с антеннами ограниченного размера. Эта микросхема, совместимая с ISO 14443 Type A, может играть роль внешнего физического канала или выполнять обработку данных по протоколу ISO 14443-3 и передавать данные на микроконтроллер через интерфейс SPI.

## МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЧЕТЧИКОВ

Еще одна группа устройств от Fudan Microelectronics – микросхемы контроллеров для интеллектуальных счетчиков

расхода, включая микроконтроллеры (16-разрядные на базе процессора 8xC251 серии FM33xx и 32-разрядные на базе процессора ARM Cortex-M0 серии FM33A0xx), программируемые логические контроллеры серии FM320x, встраиваемые модули управления безопасностью (ESAM).

FM3315/FM3316 – микроконтроллеры со сверхнизким потреблением на базе 16-разрядного 8xC251-совместимого процессорного ядра. Микросхемы предназначены для применения в счетчиках расхода воды / тепла, интеллектуальных счетчиках и других недорогих приложениях учета расхода ресурсов.

Устройства содержат 64 Кбайт флеш-памяти (10 лет хранения данных, 10 тыс. циклов перезаписи), 4 Кбайт RAM (с контролем четности), периферийные устройства общего назначения, включая драйвер LDC-дисплея, часы реального времени, 10-разрядный АЦП с поддержкой измерения напряжения и температуры, интерфейсы: 4×UART, I<sup>2</sup>C, SPI, 7816. В состав чипа входит встроенный маломощный RC-генератор с максимальной частотой 24 МГц, ФАПЧ с максимальной выходной частотой 16,384 МГц, 8- и 16-разрядные программируемые таймеры. В режиме сна микроконтроллер потребляет 5 мкА, в активном режиме – 150 мкА/МГц. Диапазон питающих напряжений 1,8–5,5 В, рабочий диапазон температур –40...85 °С.

FM33A0xx – микроконтроллеры со сверхнизким потреблением на базе 32-разрядного процессора ARM Cortex-M0 с рабочей частотой до 40 МГц. Микросхемы предназначены для применения в одно-/трехфазных интеллектуальных счетчиках расхода воды / газа / тепла, бытовой технике, портативных медицинских приборах.

Устройства содержат до 512 Кбайт флеш-памяти (не менее 10 лет хранения данных, 20 тыс. циклов перезаписи), до 64 Кбайт SRAM, периферийные устройства, в том числе драйвер LDC-дисплея, часы реального времени, 11-разрядный АЦП с поддержкой измерения напряжения и температуры, программируемые таймеры, датчик температуры, маломощный аналоговый компаратор, интерфейсы: 6×UART, I<sup>2</sup>C, 3×SPI, 2×7816, 2-канальный DMA. Процессорное ядро ARM Cortex-M0 содержит модуль защиты памяти и SWD-интерфейс отладки.

Fudan Microelectronics выпускает также специализированные микросхемы различного назначения, в том числе контроллеры для автомобильной электроники, микросхемы защиты от утечек на землю, коммуникационные микросхемы.

\*\*\*

Если вас заинтересовала продукция компании Fudan Microelectronics, вы можете обратиться в холдинг «Золотой Шар» ([www.zolshar.ru](http://www.zolshar.ru)), один из ведущих поставщиков импортных и отечественных электронных компонентов. ●