

FUSIO RT: модульное компьютерное ядро на основе ПЛИС Brave европейского производства

1 ВВЕДЕНИЕ

Модуль космического уровня качества FUSIO RT, изготовленный на основе запатентованной многоуровневой технологии компании 3D PLUS, представляет собой модульное компьютерное ядро (Modular Computer Core, MCC) на основе ПЛИС Brave европейского производства.

Наличие ПЛИС в этом компактном модуле обеспечивает высокую гибкость и производительность разрабатываемой системы, а также оптимизацию затрат.

Модуль FUSIO RT построен на основе блочной архитектуры, состоящей из трех блоков: базовый блок содержит ПЛИС (со встроенным микропроцессором) и конфигурационное ПЗУ; опциональные блоки содержат ОЗУ и дополнительное ПЗУ для хранения данных.

Модуль FUSIO RT, разработанный компанией 3D PLUS по заказу национального центра космических исследований Франции (CNES) для применения в космической отрасли, обладает такими ключевыми преимуществами, как миниатюризация, радиационнотойкая конструкция, блочная архитектура и длительный срок технической поддержки.

2 АРХИТЕКТУРА МОДУЛЯ FUSIO RT

2.1 Запатентованная многоуровневая технология компании 3D PLUS

Запатентованная технология компании 3D PLUS позволяет компоновать многоуровневые системы в корпусах типа BGA и SOP. Как показано на рисунке ниже, технология позволяет совмещать в одном компактном корпусе устройства, содержащие различные блоки и компоненты: активные, пассивные, оптоэлектронные и микроэлектромеханические (MEMS, MOEMS).

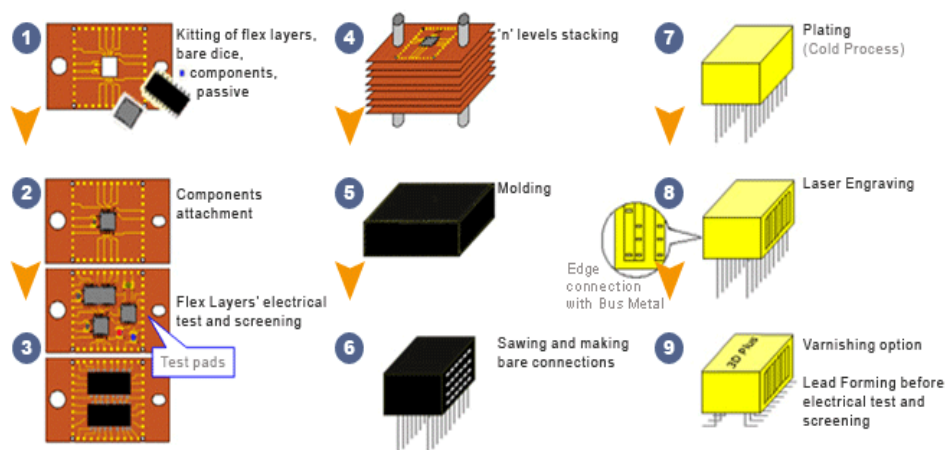


Рис. 1: Многоуровневая технология компании 3D PLUS

В основе технологии лежит многоуровневое размещение электронных компонентов (корпусированных, бескорпусных, датчиков) на гибких пленочных слоях шириной 35 мм:

- технология System-In-Package (SiP) позволяет как минимум в 10 раз уменьшить вес и объем системы;
- технология позволяет компоновать такие системы, реализация которых на основе монокристаллических технологий (SoC) невозможна;
- технология квалифицирована Европейским космическим агентством (ESA) для космических применений.

2.2 Функциональная схема и блочная архитектура модуля FUSIO RT

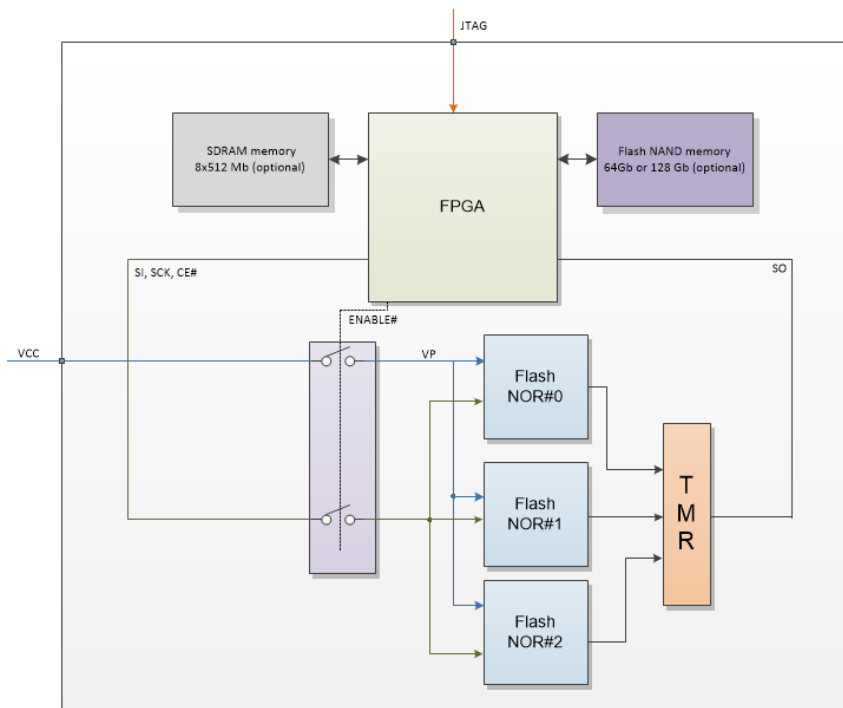


Рис. 2: Функциональная схема модуля FUSIO RT

Как показано на рисунке 2, модуль FUSIO RT содержит:

- ПЛИС :
 - количество логических ячеек 4400К (550К ASIC);
 - встроенный интерфейс SpaceWire;
 - встроенный датчик температуры;
 - напряжение питания портов ввода-вывода от 1,5 до 3,3 В;
 - порты ввода-вывода обладают буферами Cold Spare, имеющими высокоимпедансное состояние собственных входов/выходов при отсутствии напряжения питания;
 - пропускная способность портов ввода-вывода до 800 Мб/с;
 - возможность работы портов ввода-вывода в дифференциальном режиме (LVDS);
- конфигурационное ПЗУ типа SPI NOR с тройным мажоритарным резервированием;
- опциональное ОЗУ типа SDRAM с максимальной шириной шины данных 32 бита;
- доступно IP-ядро контроллера ОЗУ SDRAM;
- опциональное ПЗУ для хранения данных типа Flash NAND с шириной шины данных 32 бита;
- доступно IP-ядро контроллера ПЗУ Flash NAND;
- 262 пользовательских порта ввода-вывода (3,3 В, 1,8 В, 1,5 В).

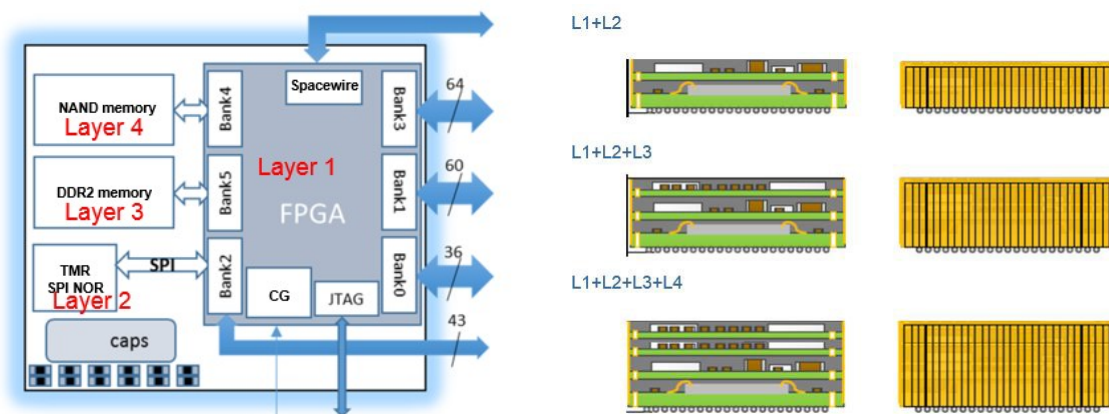


Рис. 3: Блочная архитектура

Как показано на рисунке 3, модуль FUSIO RT доступен в трех конфигурациях:

- ПЛИС и конфигурационное ПЗУ (L1+L2);
- ПЛИС, конфигурационное ПЗУ и ОЗУ (L1+L2+L3);
- ПЛИС, конфигурационное ПЗУ, ОЗУ и ПЗУ для хранения данных (L1+L2+L3+L4).

Все три конфигурации производятся в корпусе BGA484 с идентичным расположением выводов. Корпус имеет шаг выводов 1,27 мм, установочные размеры 32 x 32 мм и высоту не более 12,5 мм (для конфигурации L1+L2+L3+L4).

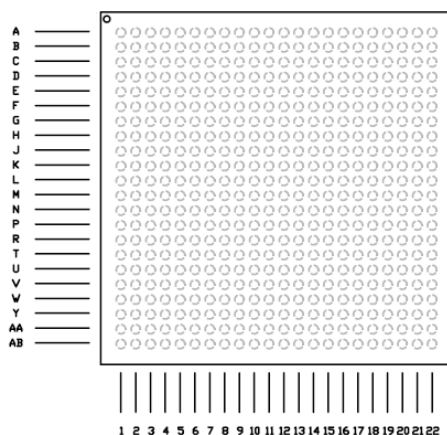


Рис. 4: Расположение выводов

Корпус BGA484 с шагом выводов 1,27 мм, технологический процесс изготовления которого описан в документе 3D PLUS PID, позволяет решить следующие задачи:

- значительно сократить площадь, занимаемую системой на печатной плате;
- упростить монтаж по сравнению с корпусами типа FBGA, шаг выводов которых составляет 0,4 – 1 мм;
- предоставить заказчику 262 пользовательских порта ввода-вывода.

3 ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, ВСТРОЕННЫЕ В МОДУЛЬ FUSIO RT

Компания 3D PLUS предлагает три блока ЗУ, встроенных в модуль FUSIO RT:

1. Конфигурационное ПЗУ;
2. ОЗУ (опционально);
3. ПЗУ для хранения данных (опционально).

3.1 Блок конфигурационного ПЗУ типа SPI NOR Flash

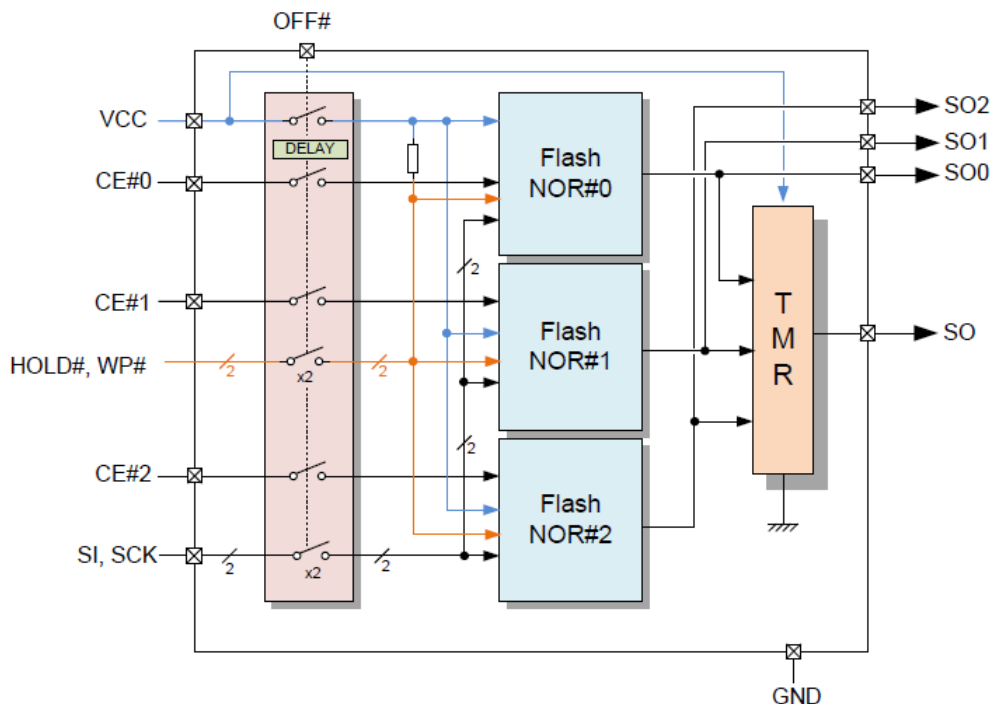


Рис. 5: Функциональная схема конфигурационной памяти

Как показано на рисунке 5, блок конфигурационной памяти состоит из трех кристаллов SPI NOR Flash объемом 128 Мб каждый, соединенных по схеме тройного мажоритарного резервирования (TMR), и обладает следующими техническими особенностями:

- схема TMR обеспечивает устойчивость к одиночным эффектам типа SEU;
- встроенный коммутатор, подключающий блок конфигурационного ПЗУ только при загрузке конфигурации ПЛИС, повышает радиационную стойкость блока конфигурационного ПЗУ по накопленной дозе (TID);
- количество циклов стирания-записи 100000;
- срок сохраняемости данных 20 лет;
- единое напряжение питания 3,3 В при работе в режимах чтения, стирания и записи;
- тактовая частота 50 МГц;
- запись от 1 до 256 Б на страницу;
- возможность приостановления и возобновления операций записи и стирания;
- поддержка низкоуровневых служебных инструкций.

3.2 Блок ОЗУ типа SDRAM (опционально)

Блок ОЗУ типа SDRAM является опциональным и обладает следующими техническими характеристиками:

- объем 4 Гб (конфигурация 512 Мб x 8);
- ширина шины данных 32 бита (включая биты коррекции ошибок ECC);
- тактовая частота 133 МГц.

3.3 Блок ПЗУ типа NAND Flash для хранения данных (опционально)

Блок ПЗУ типа NAND Flash для хранения данных является опциональным и обладает следующими техническими характеристиками:

- объем 64 Гб или 128 Гб;
- ширина шины данных 32 бита;
- количество циклов стирания-записи 100000;
- срок сохраняемости данных 10 лет.

Дополнительно для повышения радиационной стойкости модуля FUSIO RT доступны IP-ядра контроллеров ОЗУ SDRAM и ПЗУ NAND Flash.

Характеристики радиационной стойкости модуля FUSIO RT:

- стойкость по накопленной дозе (TID) – не менее 40 крад;
- стойкость к воздействию ТЗЧ по эффекту SEL – ЛПЭ не менее 60 МэВ·см²/мг.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новое модульное компьютерное ядро космического уровня качества FUSIO RT основано на ПЛИС, квалифицированной европейским космическим агентством (ESA), и конфигурационном ПЗУ. Модуль доступен в нескольких конфигурациях, содержащих различные блоки запоминающих устройств, при этом каждая конфигурация производится в корпусе BGA484 с шагом выводов 1,27 мм и обладает идентичным расположением выводов.

Модульное компьютерное ядро FUSIO RT обладает следующими ключевыми преимуществами:

- миниатюризация;
- высокая радиационная стойкость, обусловленная применением блока конфигурационного ПЗУ со схемой тройного мажоритарного резервирования и специализированных IP-ядер контроллеров ОЗУ и ПЗУ;
- высокая надежность;
- длительный срок технической поддержки;
- отсутствие экспортных ограничений Государственного департамента США (ITAR Free);
- блочная архитектура, позволяющая заказчику подобрать конфигурацию под требования ТЗ.