

Московский физико-технический институт

Выпускная квалификационная работа
Магистерская диссертация

Разработка подложки корпуса и планирование периферии
микропроцессора «Эльбрус-1С+»

Выполнил:

Тихонов В.В.

Научный руководитель:

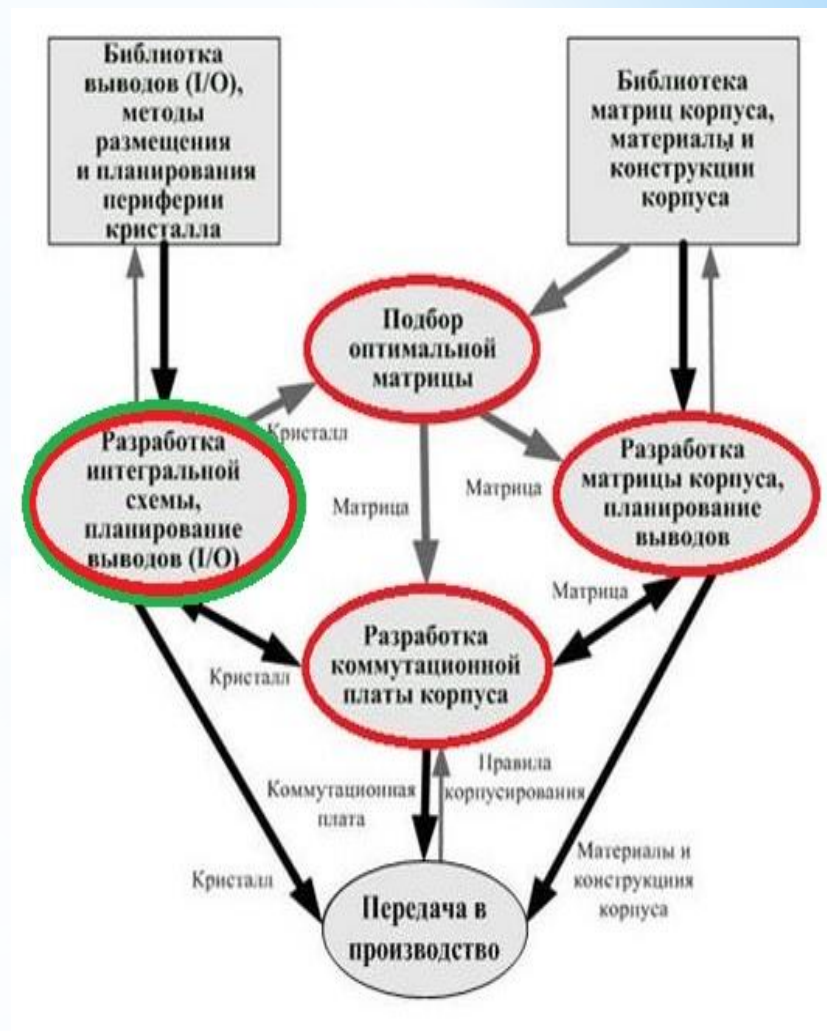
Бычков И.Н.

2014 год

Цель работы

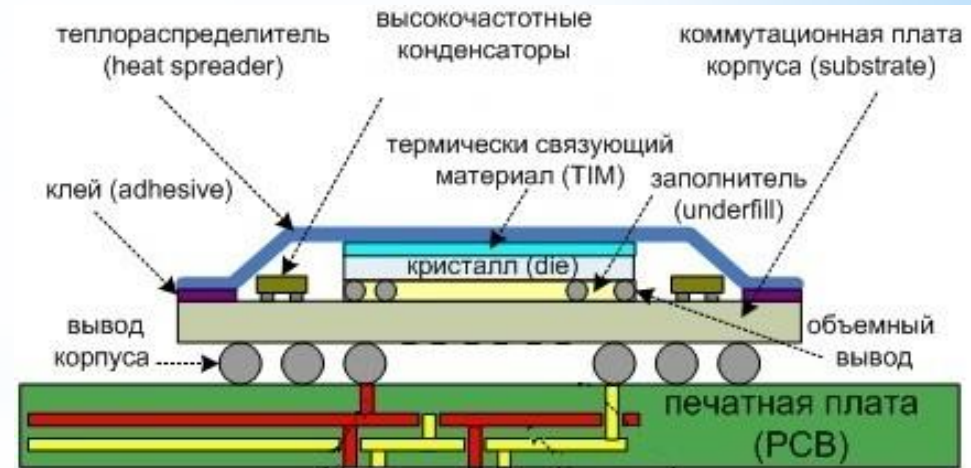
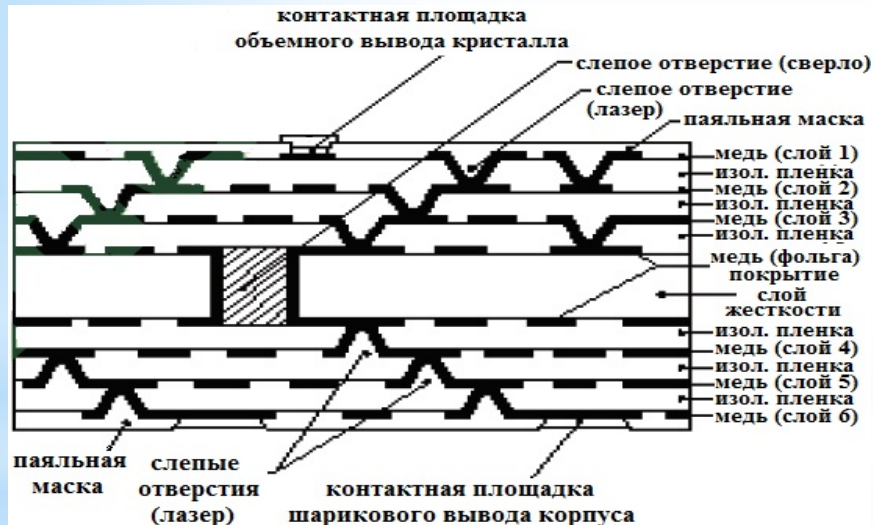
Разработка корпуса микропроцессора «Эльбрус-1С+» с решением следующих задач:

- проектирование периферии кристалла с минимальным периметром;
- обеспечение целостности передачи данных в подложке корпуса и надежности системы питания;
- проектирование корпуса с применением типовых технологий для изготовления (структура 5-2-5);
- выполнение разработки корпуса на ранних стадиях физического проектирования кристалла микропроцессора.



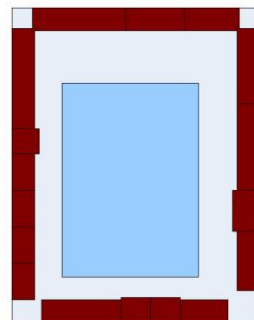
Особенности микропроцессора «Эльбрус - 1С+»

Микропроцессор будет использоваться во встраиваемых системах с потреблением менее 20 Вт.



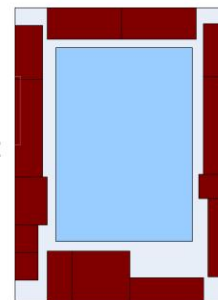
До сжатия
периферии

$$\begin{aligned}P_{\text{core}} &= 29,0 \text{ мм} \\L_{\text{io}} &= 40,7 \text{ мм} \\S &= 150,4 \text{ мм}^2\end{aligned}$$



После сжатия
периферии

$$\begin{aligned}P_{\text{core}} &= 29,0 \text{ мм} \\L_{\text{io}} &= 35,4 \text{ мм} \\S &= 121,9 \text{ мм}^2\end{aligned}$$



Особенности микропроцессора «Эльбрус - 1С+»

Матрица выводов корпуса МП «Эльбрус-1С+»

- 2 канала памяти DDR3
- Линк ввода вывода
- Графические интерфейсы
- Служебные интерфейсы
- 3 различных питания ядра

Все интерфейсы прорежены выводами земли и/или питания, что обеспечивает целостность передачи данных и надежность питания

Пустые выводы оставлены под размещение LC фильтров

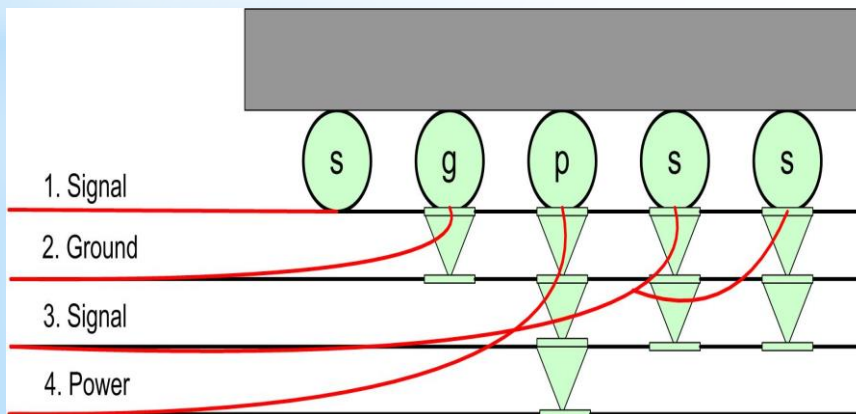
Разделение питания ядра дает возможность энергосбережения за счет отключения различных его частей

Требования к разработке периферии кристалла

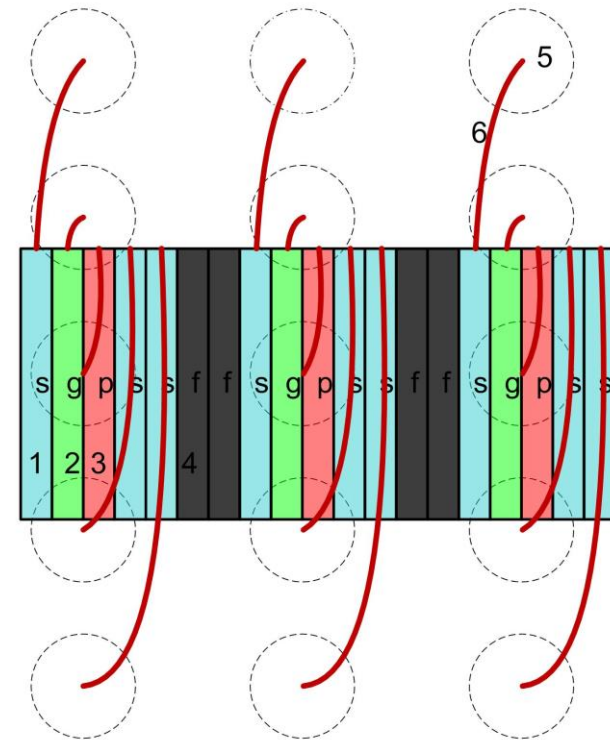
Требуется обеспечить соотношение сигнальных ячеек (IO cells) и ячеек земли/питания (P/G cells).

Требуется обеспечить размещение контактных площадок (bumps) с шагом не менее 180 мкм.

Требуется учет трассировки уходом из-под кристалла (escape routing) и структуры слоев корпуса.

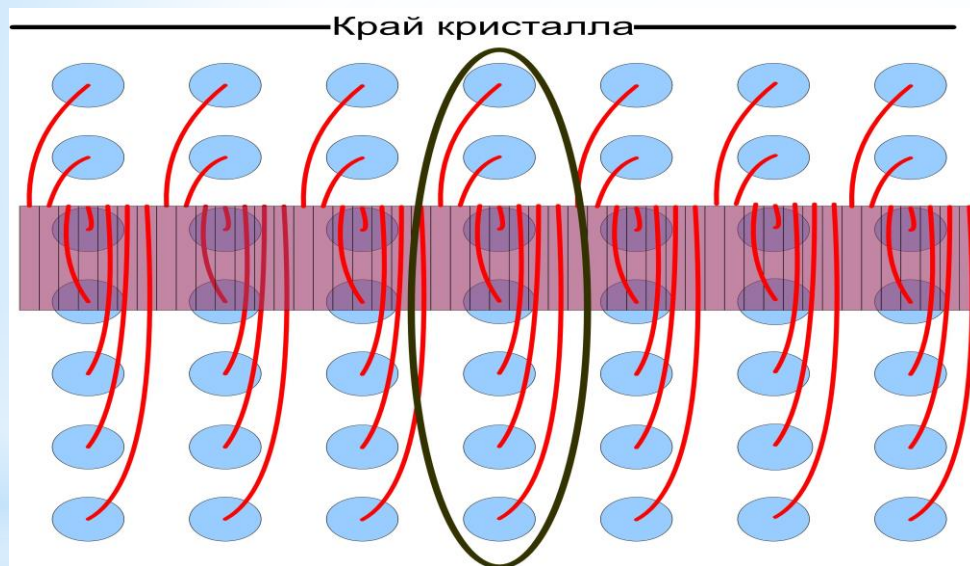


Край кристалла



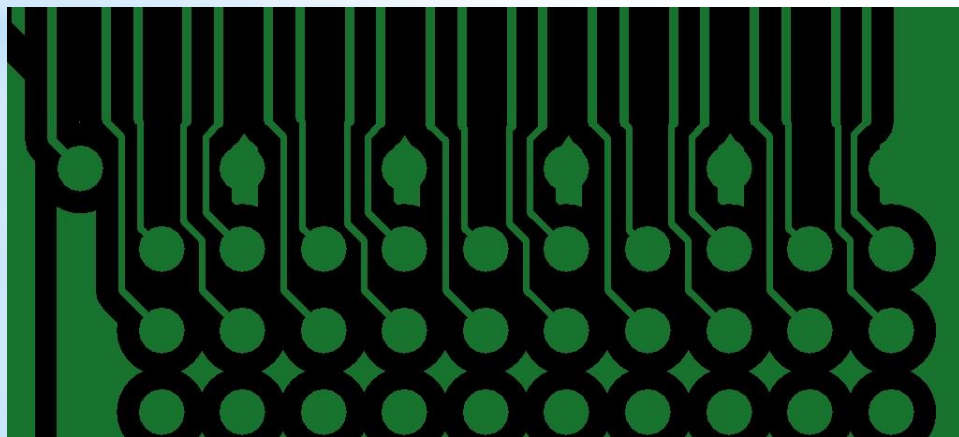
- 1. S -сигнальная ячейка
- 2. G - ячейка земли
- 3. P - ячейка питания
- 4. F – заполняющая ячейка
- 5. контактная площадка для вывода кристалл (bump pad)

Шаблон подключения выводов кристалла и шаблон вывода трасс из под кристалла



Шаблон – группа соединений выводов ячеек с контактными площадкам выводов кристалла (bumps), периодически повторяющаяся от одного вертикального ряда к следующему

Шаблон требуется для автоматизированного подключения выводов кристалла

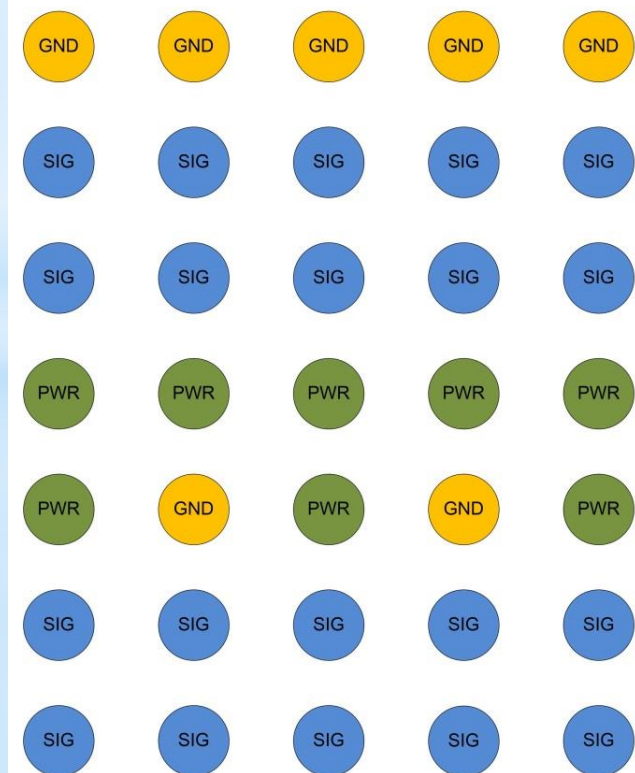


Шаблон ухода из под кристалла (escape pattern) в корпусе

Варианты ухода из под кристалла (escape routing)

Традиционный подход к трассировке уходом

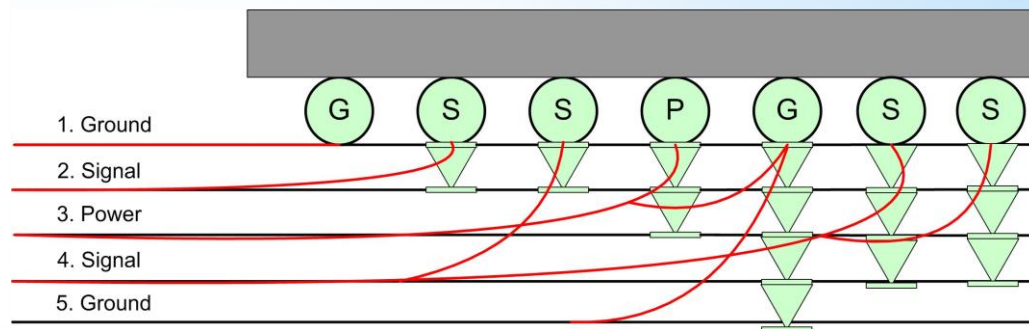
Край кристалла



Для реализации подхода требуется применение шаблонов

Основное правило формирования шаблона:

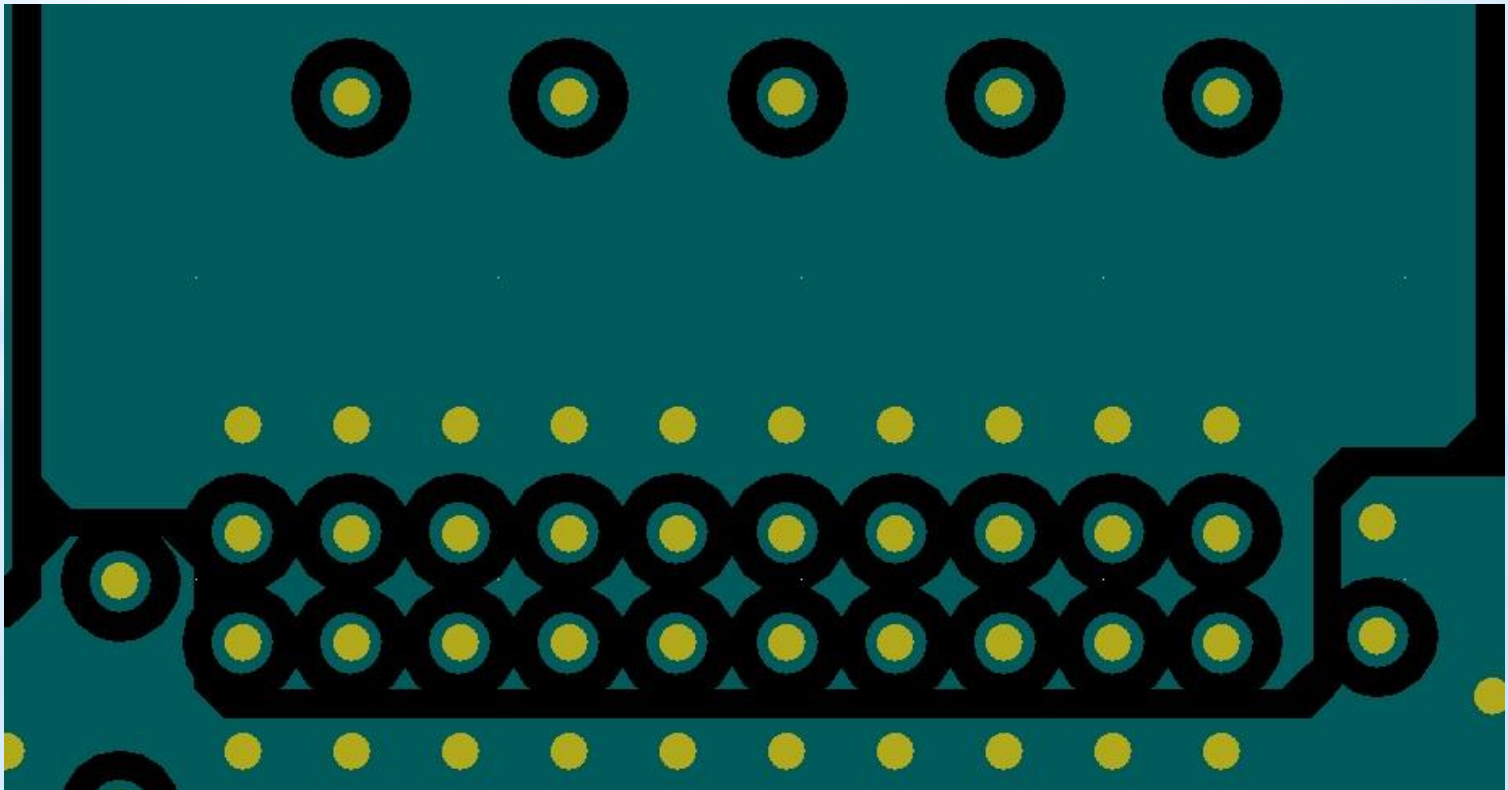
Более дальний от края кристалла вывод должен назначаться на более низкий слой в подложке корпуса



Варианты ухода из под кристалла (escape routing)

Традиционный подход к трассировке уходом

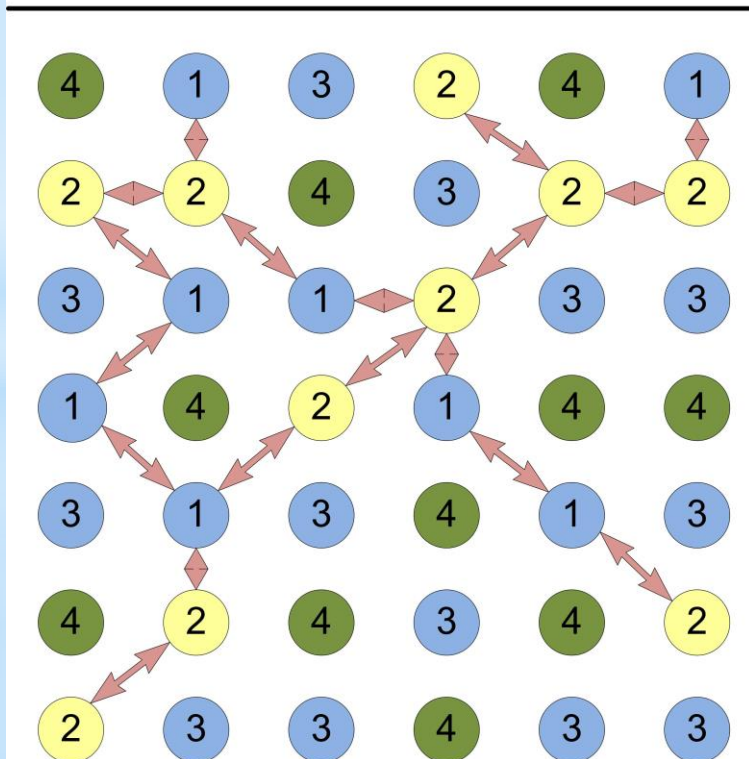
Получившийся результат на примере слоя питания графического интерфейса



Варианты ухода из под кристалла (escape routing)

Нетрадиционный подход к трассировке уходом

Край кристалла



Для реализации подхода требуется свободное назначение выводов кристалла

Принцип назначения выводов:

Всем выводам назначается порядковый номер слоя, на которые они подключаются

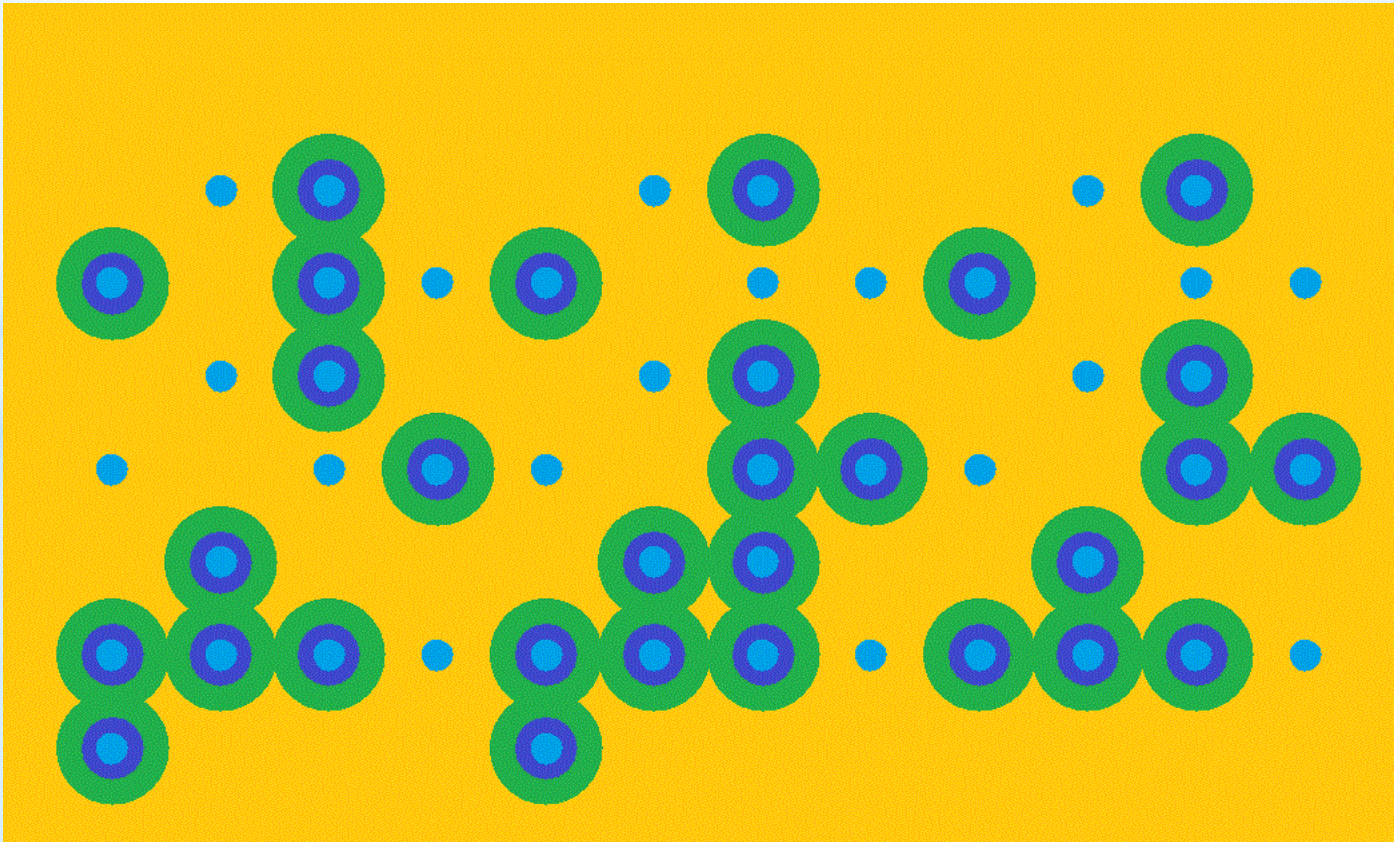
Для выводов земли и питания вводится правило:

Всегда должен быть путь от края кристалла к выводу земли/питания, состоящий из номеров меньших или равных номеру вывода земли/питания

Варианты ухода из под кристалла (escape routing)

Нетрадиционный подход к трассировке уходом

Получившийся результат на примере слоя земли канала памяти DDR3



Варианты ухода из под кристалла (escape routing)

Применение различных подходов

Для обоих подходов увеличена рядность периферии кристалла, что увеличивает плотность расположения выводов. Тем самым происходит уменьшение периметра кристалла и его площади соответственно.

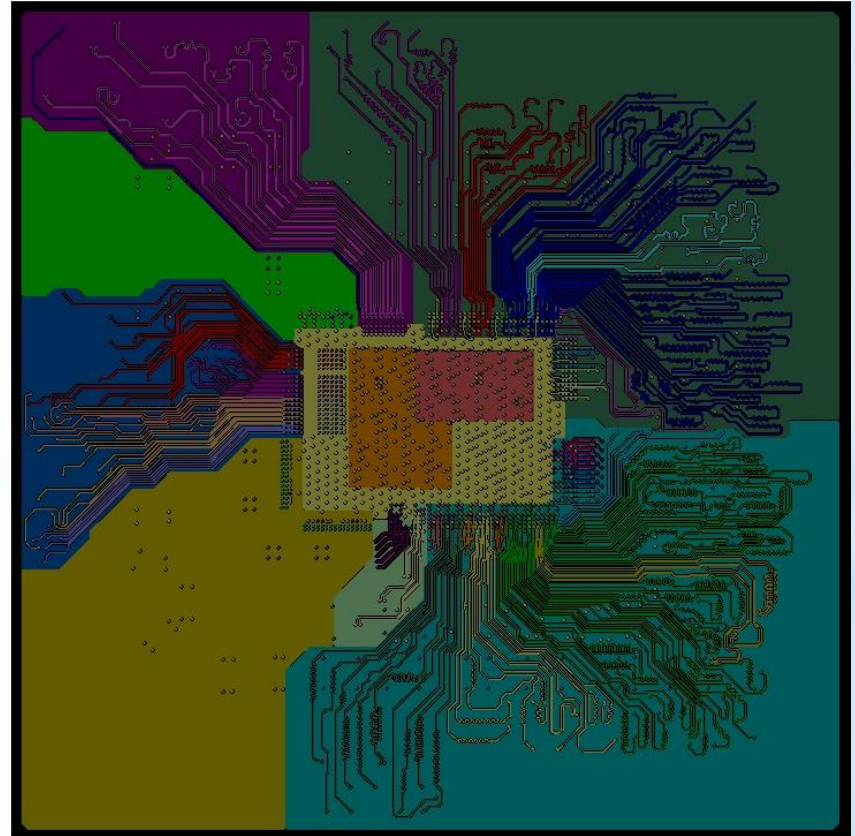
Оба подхода формирования периферии кристалла обеспечивают целостность передачи сигналов и надежность подключения питания.

Нетрадиционный подход применяется в случае невозможности создания приемлемого шаблона традиционным подходом.

Результаты

Разработан корпус микропроцессора «Эльбрус-1С+» и решены следующих задач:

- спроектирована периферия кристалла с минимальным периметром;
- обеспечена целостности передачи данных в корпусе и надежности системы питания;
- корпус спроектирован с применением типовых технологий для изготовления (структура 5-2-5);
- конечная разработки корпуса выполнена на ранних стадиях физического проектирования кристалла микропроцессора.



Спасибо за внимание!