

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ИНВАРИАНТНАЯ САПР ТОПОЛОГИИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ МАКРОБЛОКОВ КМОП БИС

Описана разработанная система иерархического проектирования топологии макроблоков БИС в технологически инвариантной концепции, в том числе графический редактор, основные компоненты, их свойства и типы реализуемых макроблоков.

Иерархическое проектирование топологии, сжатие топологии, технологически инвариантное проектирование, макроблок БИС, согласование ячеек

Технологически инвариантное проектирование топологии макроблоков СБИС. В основе технологии проектирования современной элементной базы лежат 2 принципа разработки СБИС: модульность и технологическая инвариантность. Постоянный рост сложности вычислительных устройств и систем привел к созданию эффективной технологии проектирования, основанной на модульном принципе разработки БИС и СБИС. В соответствии с ней современные интегральные схемы собираются из больших иерархических фрагментов, называемых макроблоками БИС. Проектирование же иерархических фрагментов ведется в технологически инвариантной концепции, предполагающей оперативную адаптацию проектов к конструкторско-технологическим требованиям предприятия-изготовителя с помощью систем сжатия топологии. Модульный принцип разработки существенно ускоряет проектирование СБИС, а технологически инвариантные системы проектирования позволяют постоянно расширять библиотеки иерархических макроблоков.

Зарубежные разработки как в области технологически инвариантного проектирования топологии, так и в области иерархического проектирования макроблоков представляют собой «ноу-хау» таких компаний, как Cadence, Mentor Graphics и Synopsys и недоступны разработчикам ни в России, ни за рубежом. Это связано с тем, что лидерам мировой микроэлектроники выгоднее продавать своим клиентам не средства технологически инвариантного проектирования, а лишь программы трассировки и размещения и библиотеки ячеек под конкретную технологию по цене порядка сотен тысяч долларов или топологии макроблоков заказанной разрядности по такой же цене. В России единственной разработкой в области технологически инвариантного проектирования топологии является САПР TopDesign [1], предназначенная для проектирования топологии ячеек БИС. С использованием ее средств управляемого сжатия и осуществлялась разработка системы иерархического проектирования топологии, описываемой в данной статье.

Технологически инвариантная система иерархического проектирования топологии макроблоков БИС. Ранее опубликованные работы авторов в области иерархического технологически инвариантного проектирования были посвящены автоматизации проектирования регулярных макроблоков. В них рассматривались вопросы согласования габаритов и положения выводов ячеек и сборки макроблоков БИС [2], а также проблемы оптимиза-

ции этих процессов с целью минимизации как размеров ячеек [3]–[6], так и времени их согласования [7].

Закономерным развитием направления явилась разработка системы технологически инвариантного иерархического проектирования топологии как регулярных, так и нерегулярных макроблоков БИС, снабженная графическим редактором Matching Cells, совершенно необходимым для описания нерегулярных макроблоков и обеспечивающим гораздо большие удобство описания и наглядность отображения структуры регулярных макроблоков.

В рамках САПР предусмотрены действия по верификации исходных данных, а именно:

- проверка спецификаций ячеек, представляющих собой текстовое описание положения их выводов и границ;
- проверка корректности наборов согласуемых выводов ячеек;
- мониторинг библиотек ячеек на наличие файлов описания виртуальной топологии (технологически инвариантных описаний топологии ячеек библиотеки);
- анализ корректности структурно-топологического описания макроблоков.

Графический редактор системы иерархического проектирования топологии. Одной из основных частей САПР, созданной для иерархического проектирования макроблоков, является графический редактор Matching Cells, позволяющий не только строить наглядное иерархическое описание макроблоков БИС (главное окно программы представлено на рис. 1), но и осуществлять структурную параметризацию.

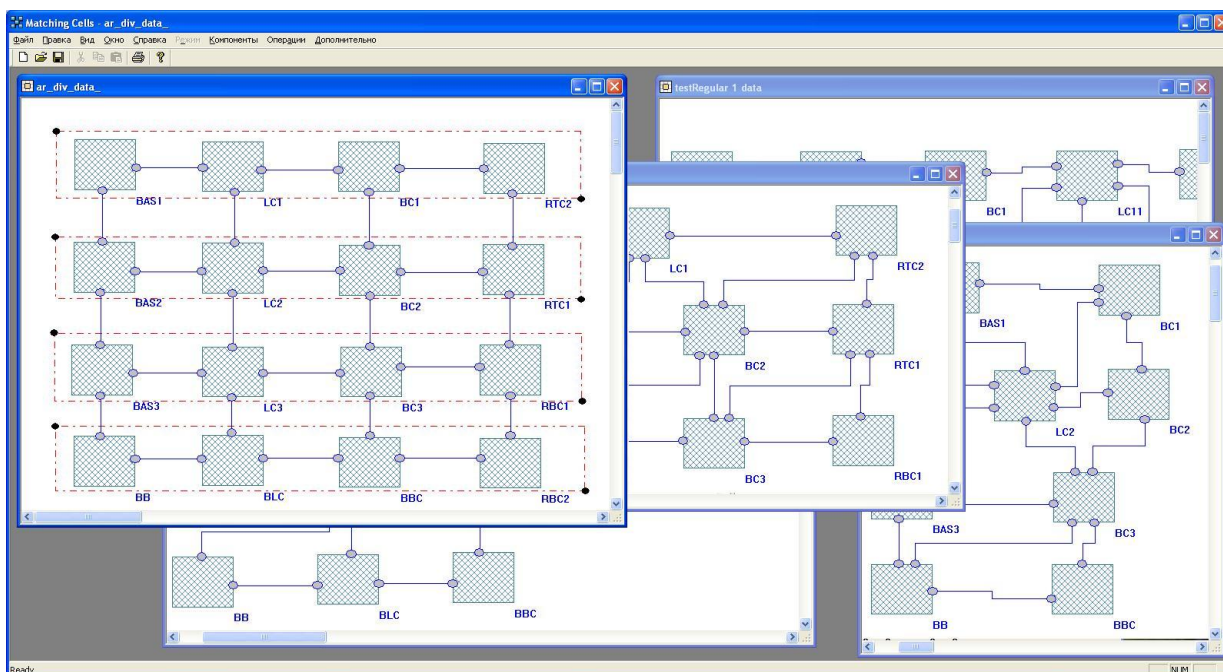


Рис. 1

В редакторе могут быть заданы коэффициенты матрицирования, как отдельных ячеек, так и групп ячеек. При этом описываемые с помощью редактора структуры могут быть

как прямоугольными, так и сложной неортогональной формы (примеры структурных планов устройств приведены на рис. 2, а и б).

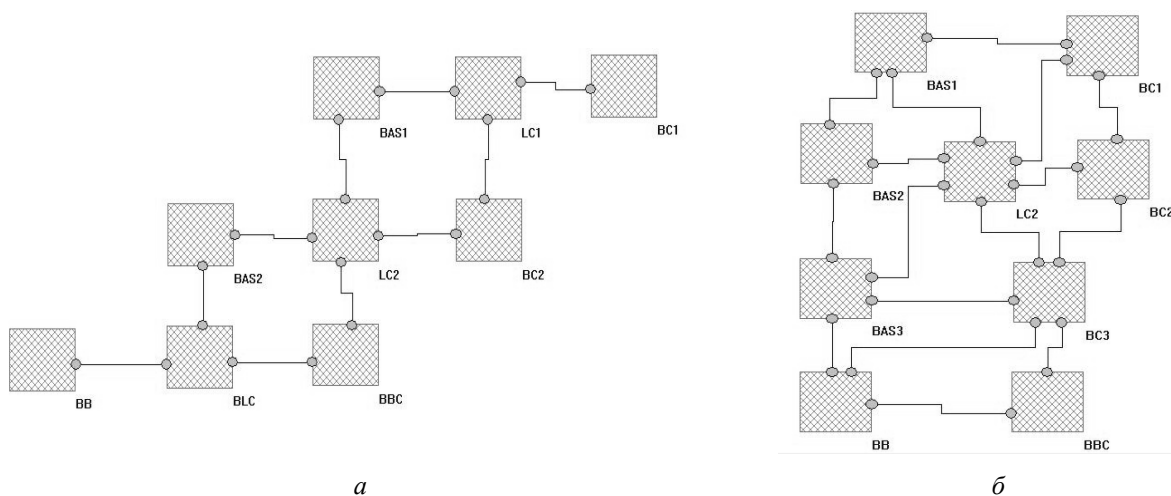


Рис. 2

В качестве основных компонентов структурных планов (рис. 3, а) выступают ячейки, шины с контактами (в том числе виртуальные шины) и группы ячеек (рис. 3, б).

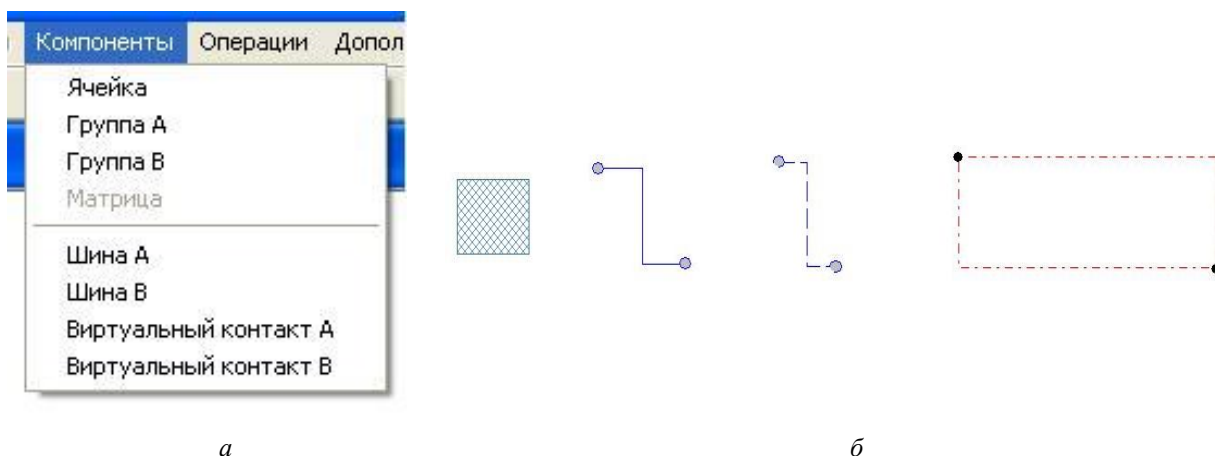


Рис. 3

Ячейки на структурных планах представляются прямоугольниками со штриховкой.

Шины с контактами (в редакторе – линии с кружками на концах) отражают взаимосвязь и взаимное расположение ячеек структурного плана. Используемые в проекте выводы ячеек активизируются в окне свойств ячейки (рис. 4) щелчком левой клавиши мыши, что отображается галочкой в соответствующей позиции списка согласуемых виртуальных линий (выводов и границ) окна свойств. Перед согласованием ячеек система автоматически выполняет анализ взаимного соответствия числа активных выводов и границ взаимосвязанных ячеек. Виртуальные шины (отображаемые штриховой линией на рис. 3, б) используются в случаях, когда необходимо отменить согласование положения границ ячеек.

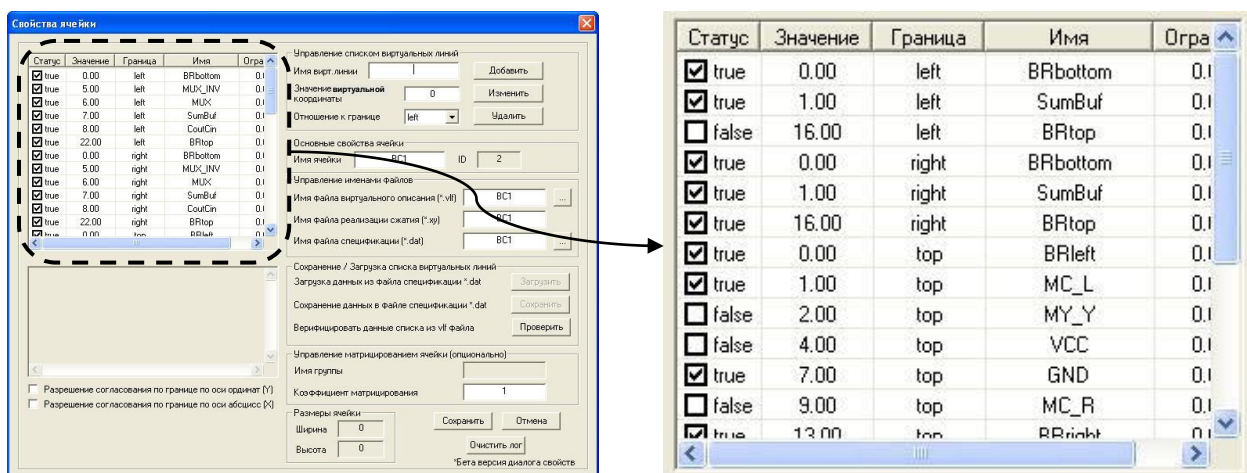
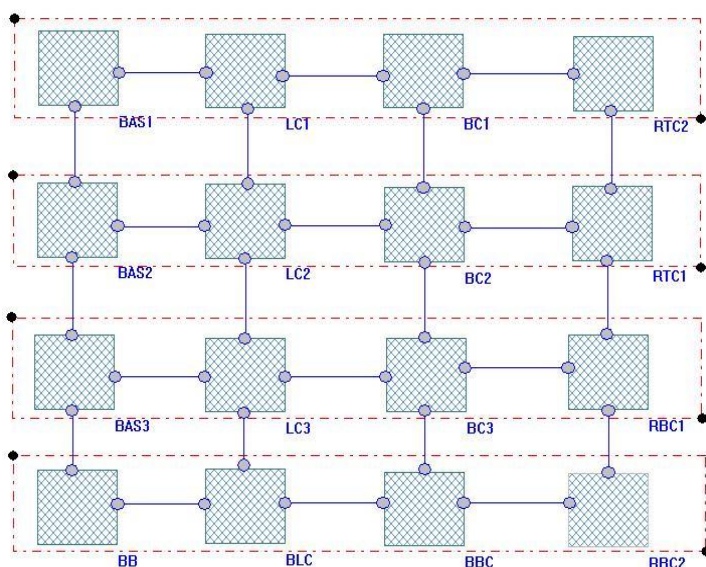
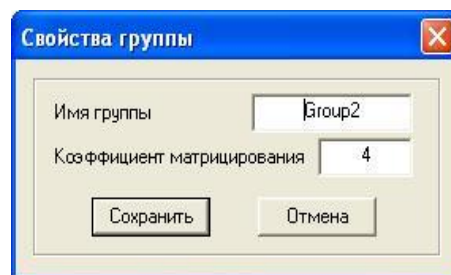


Рис. 4

Как в регулярных, так и в нерегулярных схемах ряд ячеек может быть объединен в группу по каким-либо структурным признакам для дальнейшего использования при описании макроблока путем матрицирования. Объединяемые в группы ячейки обводятся штрихпунктирным прямоугольным контуром (рис. 5, а и рис. 3, б) после активизации пункта меню «Компоненты–Группа» и выбора ориентации группы (рис. 3, а): «А» для строки ячеек (горизонтальная группа), «Б» для столбца (вертикальная группа). Имя группы задается в свойствах группы, вызываемых через контекстное меню (рис. 5, б).



а



б

Рис. 5

И ячейки внутри группы, и сами группы могут матрицироваться. Коэффициенты матрицирования, как и имя группы, задаются в ее свойствах, через вызов контекстного меню для компонента «группа» (рис. 5, б).

Использование системы существенно упрощает поиск оптимального варианта реализации сложных иерархических макроблоков БИС, благодаря возможности рассмотрения различных вариантов компоновки макроблоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологически инвариантная система проектирования топологии стандартных фрагментов МОП БИС / И. С. Зуев, А. Б. Максимов, С. Э. Миронов, Н. М. Сафьянников // Изв. «Электроника». – 2003. – № 3. – С. 63–70.
2. Миронов, С. Э. Иерархическое проектирование топологии регулярных макрофрагментов интегральных схем в технологически инвариантной концепции / С. Э. Миронов, А. А. Галкин, Е. В. Стрельников // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. «Информатика, управление и компьютерные технологии». – 2006. – Вып. 2. – С. 50–54.
3. Миронов, С. Э. Итерационное сжатие с ограничениями при иерархическом технологически инвариантном проектировании топологии макрофрагментов БИС / С. Э. Миронов, А. Ю. Васильев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. – Вып. 3. – С. 10–15.
4. Миронов, С. Э. Оптимизация управления сжатием топологии при иерархическом технологически инвариантном проектировании макроблоков КМОП БИС / С. Э. Миронов, А. Ю. Васильев; СПбГЭТУ. – СПб., 2010. – 19 с. – Деп. в ВИНТИ 11.06.2010, № 361-В2010.
5. Миронов, С. Э. Оптимизация иерархического технологически инвариантного проектирования макроблоков КМОП БИС путем итерационного управления сжатием топологии / С. Э. Миронов, А. Ю. Васильев // Автоматизация проектирования дискретных систем. CAD DD'2010: Материалы 7-й междунар. конф., Минск, 16-17 нояб. 2010. – Минск, 2010. – С. 334–341.
6. Миронов, С. Э. Автоматизация иерархического технологически инвариантного проектирования топологии регулярных макроблоков СБИС / С. Э. Миронов, А. Ю. Васильев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2011. – Вып. 6. – С. 50–55.
7. Миронов, С. Э. Оптимизация согласования топологии ячеек макроблока по габаритам и положению выводов / С. Э. Миронов, А. Ю. Васильев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. – Вып. 6. – С. 42–46.

S. E. Mironov, A. U. Vasilev

PROCESS-TOLERANT CAD OF CMOS VLSI HIERARCHICAL MACROBLOCK TOPOLOGY

Article is devoted to the description of the developed system of VLSI macroblocks hierarchical layout design in process-tolerant concept. Describes the graphical editor, base components and their properties and types of implemented macroblocks.

Hierarchical topology design, topology compaction, process-tolerant design, VLSI macroblock, matching cells

УДК 004.4

Г. Д. Дмитриевич, Ф. А. Михеев, Т. В. Фунг

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ TRAP

Рассмотрены аспекты разработки подсистемы оптимального проектирования сетной конструкции орудия лова с применением имитационного моделирования процесса лова в качестве инструмента поддержки принятия проектных решений. Приведен пример раскрытия сетной поверхности ловушки.

Оптимальный раскрой, сетная конструкция, генетический алгоритм

Современные реалии – перманентные проблемы экономики и давление потребительского спроса – диктуют определенные требования к эффективности САПР рыбохозяйственных объектов. Повысить производительность рыболовных систем можно за счет применения современных численных методов оптимизации и математических моделей, отражающих особенности конструкции орудий лова (ОЛ). Аспекты реализации таких систем неоднократно обсуждались в работах отечественных авторов [1], [2]. Тем не менее, существующие программные реализации не предоставляют инструментов для моделирования и оптимизации ОЛ, имеют сложный пользовательский интерфейс и отличаются жесткой ориентацией на определенный класс задач проектирования.