

УДК 621.382

Разработка специализированных библиотек проектирования интегральных схем считывания фотоприемных устройств

С. С. Хромов, А. А. Зайцев, М. Д. Корнеева

Разработаны специализированные библиотеки для автоматизированного проектирования интегральных схем считывания и обработки сигналов фотоприемных устройств (ФПУ). Библиотеки разработаны для КМОП-технологии с двумя уровнями поликремния и двумя уровнями металла на топологические размерности 0,35; 0,6 и 1,0 мкм.

PACS: 85.60.Gz

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, фотоприемное устройство, считывание, обработка, библиотеки, КМОП-технология.

Введение

Разработка интегральных схем (ИС), как правило, проводится по техническим требованиям технологического процесса изготовления ИС выбранного производителя. Эти требования в совместимых с системой автоматизированного проектирования (САПР) форматах содержатся в библиотеках процесса проектирования (БПП). Основная часть БПП содержит библиотеки стандартных логических ячеек в символьном, схемотехническом и топологическом представлении. Топология таких ячеек имеет фиксированную высоту и произвольную ширину и показана на рис. 1.

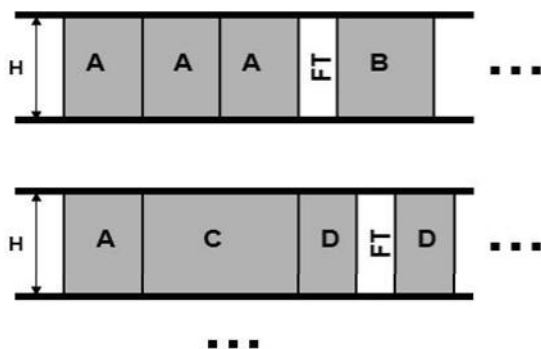


Рис. 1. Расположение ячеек в нерегулярной топологической структуре

Для соединений элементов внутри ячейки используют слои металл-1, поликремний и диффузионные области. Ячейки размещают рядами, между которыми находятся межсоединения, выполненные слоями металл-2 (вертикально) и металл-1 (горизонтально). Такие ячейки легко поддаются авторазмещению и автотрассировке [1].

Особенностью топологии ИС считывания многорядных и матричных ФПУ является наличие регулярного расположения ячеек в виде колонок с фиксированной шириной — каналов считывания. Использование стандартных ячеек из библиотек для такой топологии невозможно, и разработчики вынуждены вручную разрабатывать и топологию канала считывания, и топологию ячеек. Кроме того, в библиотеках обычно отсутствуют аналоговые ячейки. Цель данной работы — разработка библиотек логических и аналоговых ячеек, специально сконструированных для проектирования каналов считывания ИС мультиплексоров ФПУ.

Подготовка инструментария проектирования и маршрут проектирования

БПП разрабатывались для КМОП-технологий с топологическими проектными нормами 1,0; 0,6 и 0,35 мкм, ближайшим аналогом которых являются КМОП-процессы XC10, XC06 и XC035 фирмы X-FAB [2].

Для настройки инструментария САПР ИС были разработаны технологические файлы процессов проектирования для всех трех технологий:

- файлы описания топологических параметров стандартных полупроводниковых приборов (транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов), необходимые для автоматической генерации их топологий;

Хромов Сергей Сергеевич, начальник дизайн-центра.
Зайцев Алексей Андреевич, ведущий инженер-электронщик.
Корнеева Марина Дамировна, первый зам. генерального директора.
ФГУП «НПО "Орион"».
Россия, 111123, Москва, Шоссе Энтузиастов, 46/2.
E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 16 июля 2010 г.

© Хромов С. С., Зайцев А. А., Корнеева М. Д., 2011

- файлы описания правил проектирования топологии и файлы описания полупроводниковых приборов и межсоединений, необходимые для верификации топологии и экстракции параметров элементов, включая паразитные.

Все файлы написаны в промышленном формате SVRF [3].

При разработке ячеек использовался маршрут проектирования заказных ИС, аналогичный IC Design Flow фирмы Mentor Graphics [4], состоящий из следующих этапов:

1. Разработка электрической схемы на транзисторном уровне в схемотехническом редакторе и создание символа ячейки.
2. Моделирование электрических характеристик ячейки схемотехническим симулятором.
3. Разработка топологии ячейки в топологическом редакторе.
4. Проверка топологии на соответствие проектными нормам (DRC) и электрической схеме (LVS) с помощью программы верификации.
5. Определение из топологии RC-параметров (XRC) межсоединений с помощью программы экстракции.
6. Пост-топологическое моделирование и определение временных параметров логических ячеек.

Состав и топологические особенности разработанных библиотек

Разработанные библиотеки ячеек для всех трех КМОП-процессов включают стандартные логические ячейки и специализированные аналоговые ячейки. Вся ячейки имеют символическое, схемотехническое и топологическое представление, включая VHDL-описание логических ячеек.

В состав библиотек логических ячеек входят:
 элементарная логика;
 комбинационная логика;
 триггеры и функциональные блоки на их основе;
 ячейки ввода/вывода.

В состав библиотек аналоговых ячеек входят:
 ключи;
 повторители и буферы;
 схемы сдвига уровня;
 схемы выборки-хранения.

Логические ячейки имеют две конфигурации топологии: типовую с фиксированной высотой (см. рис. 1), предназначенную для проектирования нерегулярных топологических структур, и специализированную с фиксированной шириной, предназначенную для проектирования регулярных топологических структур (рис. 2).

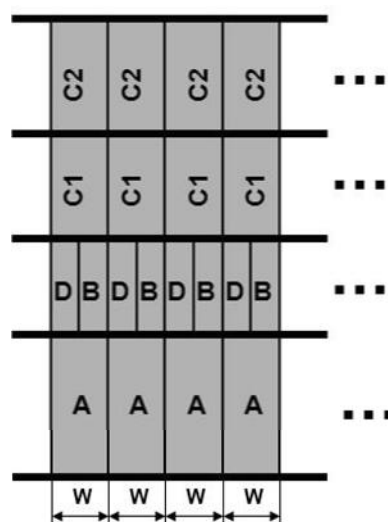


Рис. 2. Расположение ячеек в регулярной топологической структуре

Топологии специализированных логических и аналоговых ячеек имеют конфигурацию, удобную для проектирования каналов считывания с типовыми величинами ширины 30, 20 и 15 мкм для КМОП-технологий с проектными нормами 1,0; 0,6 и 0,35 мкм, соответственно. При этом топология канала считывания имеет многоярусную конфигурацию, на одном ярусе которой возможно размещение нескольких простых ячеек. Сложные ячейки имеют одноярусную и двухъярусную конфигурацию. Трассировка в пределах яруса проводится слоем металл-1, а между ярусами — слоем металл-2 и металл-3 (для технологии 0,35 мкм).

При построении топологии на уровне элементарных ячеек возможно уменьшение ширины канала до 15; 10 и 7 мкм для технологий 1,0; 0,6 и 0,5 мкм, соответственно. Кроме того, при такой конфигурации топологии требуются меньшие временные затраты для модификации топологий как ячеек, так и ИС в целом при изменении проектных норм [5].

Проведенное пробное проектирование топологии типового канала считывания с 6 аналоговыми ячейками и 10 элементарными логическими ячейками (всего 60 транзисторов) показало сокращение временных затрат при использовании разработанных специализированных библиотек более чем в 5 раз при незначительном увеличении площади канала (на 10 %).

Заключение

Разработанные специализированные библиотеки процесса автоматизированного проектирования позволяют проектировать ИС считывания и обработки сигналов ФПУ любой сложности с шириной

канала считывания до 7 мкм и существенно сократить сроки проектирования.

Л и т е р а т у р а

1. *Saint Ch., Saint J.* IC Mask Design. Essential Layout Techniques. — NY: McGraw-Hill, 2002.

2. www.xfab.com
3. Standard Verification Rule Format Manual. — Mentor Graphics, 2007.
4. IS Station User's Manual. — Mentor Graphics, 2007.
5. *Bednar T. R., Piro R. A.* Technological Migratable ASIC Library Design// IBM J. Res. Develop. 1996. V. 40. No. 4. P. 377.

Development of application specific design libraries for FPA readout integrated circuit

S. S. Khromov, A. A. Zaitsev, M. D. Korneeva

Orion R&P Association, 46/2 Enthusiasts road, Moscow, 111123, Russia

E-mail: orion@orion-ir.ru

Application specific IC CAD libraries for FPA signal readout and processing have been developed. The libraries have been developed for 0.35; 0.6 and 1.0 μm CMOS-processes with double polysilicon and double metal routing layers.

PACS: 85.60.Gz

Keywords: computer-aided design, photodetector, readout, processing, libraries, CMOS-processes.

Bibliography — 5 references.

Received July 16, 2010