

# ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АНАЛОГОВЫХ КОМПОНЕНТОВ (КОМПАРАТОРА, ТРИГГЕРА ШМИТТА)

Кашкин А.Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Дворников О.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: boez-joker@tut.by

*Аннотация* — Рассмотрена методика повышения отношения быстродействия/потребляемая мощность электрических схем компаратора и триггера Шмитта.

## 1. Введение

При проектировании и разработке аналоговых интегральных схем, в частности компаратора и триггера Шмитта, решается задача: как достигнуть желаемого быстродействия при неизменной, а лучше, и на много меньшей, потребляемой мощности.

Возможность увеличения быстродействия компараторов и триггеров Шмитта позволит включить их в базовый матричный кристалл для специализированной микросхемы электронно-счетного частотомера с улучшенными метрологическими характеристиками и расширенными функциональными возможностями.

## 2. Основная часть

Основной фактор, ограничивающий быстродействие компаратора, — время рассасывания объемного заряда транзистора. Если транзистор должен выйти из режима насыщения, пройти активный режим и попасть в режим отсечки, то через него должен протекать определенный ток в течение периода времени, необходимого, чтобы удалить этот объемный заряд. Период времени, в течение которого течет ток, называемый временем рассасывания.

Есть несколько способов повышения скорости переключения транзистора из режима насыщения в режим отсечки:

— уменьшение времени рассасывания за счет сокращения времени жизни неосновных носителей;

— уменьшение времени рассасывания и спада путем увеличения обратного тока базы;

— сокращение объемного заряда в областях базы и коллектора за счет использования тонкой и слаболегированной базы;

— применение диодов с барьером Шотки, включенных параллельно переходу коллектор-база, для предотвращения прямого смещения перехода коллектор-база.

Первый способ сокращения времени жизни неосновных носителей связан со слабым легированием дополнительной примесью кристалла ИС в процессе производства. Эта примесь уменьшает время жизни неосновных носителей и, следовательно, приводит к уменьшению объемного заряда. В качестве примеси обычно используют золото, которое является эффективным центром рекомбинации в кремнии, способствуя взаимодействию свободных электронов и дырок. Это повышает скорость протекания процесса рекомбинации и сокращает время жизни неосновных носителей. Применение легирования кремния золотом позволяет сократить время жизни неосновных носителей от (1 ... 10) мкс (в случае отсутствия дополнительного легирования) до 10 нс.

Основной недостаток процесса легирования золотом заключается в его неизбирательности по отношению к другим элементам, то есть легированию подвергаются все элементы, расположенные на ИС.

Использование тонкой слаболегированной базы — один из эффективных путей уменьшения времени рассасывания. В тонкой базе объемный заряд будет меньше. Кроме того, тонкая слаболегированная база будет способствовать тому, что меньшее количество инжектированных дырок попадет в область коллектора, поэтому объемный заряд коллектора также будет меньше. Использование тонкой слаболегированной базы, тем не менее, имеет один крупный недостаток, заключающийся в уменьшении обратного напряжения коллектор-эмиттер. Обратное напряжение уменьшается из-за эффекта «прокола» базы. Этот эффект имеет место, когда ширина обедненного слоя базы распространяется на весь переход коллектор-база и достигает перехода эмиттер-база. Эффективная ширина базы сокращается до нуля и происходит прямая инжекция электронов из эмиттера в коллектор. Поэтому разработка ИС должна производиться с учетом максимального обратного напряжения коллектор-база при использовании транзисторов с тонкой базой.

Один из наиболее эффективных методов сокращения времени переключения транзистора — использование диодов с барьером Шотки, включенных параллельно переходу коллектор-база транзистора. Диод Шотки выполнен на основе перехода металл-полупроводник, обладающего выпрямительными свойствами. При создании барьера Шотки чаще всего используется золото, алюминий, хром и платину.

## 3. Заключение

Таким образом, применение вышеизложенных методов повышения скорости переключения транзистора с последующим моделированием позволило получить результаты, позволяющие повысить быстродействие компаратора на 6 нс при увеличении потребляемой мощности на 5 % по сравнению с первоначальными результатами. А в случае с триггером Шмитта: повышение быстродействия на 4 нс при увеличении потребляемой мощности на 4 %.

## 4. Список литературы

- [1] Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы / С. Соклоф. — М.: Мир, 1988. — 583 с.
- [2] Титце У. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство / У. Титце, К. Шенк. — М.: ДМК Пресс, 2008. — 942 с.

## IMPROVEMENT OF A HIGH-SPEED PERFORMANCE OF ANALOG COMPONENTS (COMPARATOR, SCHMITT TRIGGER)

Kashkin A.U.

Scientific adviser: Dvornikov O.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

*Abstract* — A technique of the increasing of the speed/consumption value of electric circuits for the comparator and the Schmitt trigger is considered.