

УЛУЧШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АНАЛОГОВЫХ КОМПАРАТОРА И ТРИГГЕРА ШМИТТА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кашкин А. Ю.

Дворников О.В. – д-р. техн. наук, доц.

При проектировании и разработке современных 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.

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.

1. Уменьшение времени рассасывания за счет сокращения времени жизни неосновных носителей.
2. Уменьшение времени рассасывания и спада путем увеличения обратного тока базы.
3. Сокращение объемного заряда в областях базы и коллектора за счет использования тонкой и слаболегированной базы.
4. 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 избирательности по отношению к другим элементам, т.е. 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.

Таким образом, применение вышеизложенных методов повышения скорости переключения транзистора с последующим моделированием позволило получить результаты, позволяющие повысить быстродействие компаратора и триггера Шмитта на 2 нс.

Список использованных источников:

1. Соколоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ.— М.: Мир, 1988. — 583 с.
2. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем. — 1982. — 512 с.