



Trench MOS диоды Шоттки

Диоды с барьером Шоттки – отличное решение для высокочастотных приложений, а также для систем, где критическим параметром являются потери на прямую проводимость. До недавнего времени кремниевые диоды Шоттки имели ограничение рабочего напряжения до 100 В, однако многие источники питания для бытовой и телекоммуникационной аппаратуры требовали повышения этого порога. Поэтому стали появляться разработки на 120, 150 и даже 200 В.

Особенности планарных диодов Шоттки

Традиционные диоды Шоттки имеют планарную структуру. В такой структуре, чтобы достичь обратного напряжения пробоя в 100 В и выше с допустимыми обратными токами утечки, использовалось замкнутое охранное кольцо Р типа – кремниевый эпитаксиальный слой с высоким удельным сопротивлением при высоком барьере Шоттки. Такая структура имеет один недостаток – скорость переключения диода замедляется. Высота барьера и дополнительный защитный слой приводят к увеличению падению напряжения в открытом состоянии. При увеличении рабочего напряжения до 100

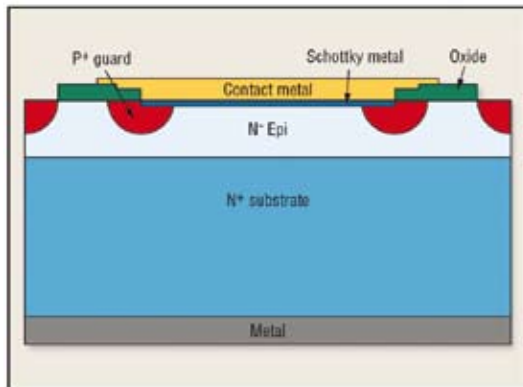
В и выше, планарный диод Шоттки теряет своё главное преимущество – быстроту переключения при малом падении прямого напряжения. Решением данной проблемы стала новая технология Vishay – Trench MOS Barrier Schottky (TMBS).

Такие диоды имеют минимальное среди конкурирующих компонентов падение прямого напряжения на контакт – 0.7 В при 30 А (температура перехода 125°C).

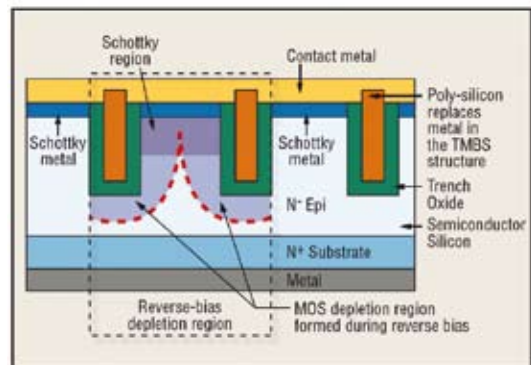
Ключевыми преимуществами диодов Шоттки Trench MOS являются не только низкое прямое напряжение, но и высокая скорость переключения и улучшенные параметры защиты от напряжений переходных процессов. Поэтому диоды TMBS являются лучшей заменой традиционных планарных диодов в приложениях 100-120 В.

Структура Trench MOS диодов Шоттки

Новая структура позволяет уменьшить число неосновных носителей в дрейфовой зоне, а при переключении накопленный заряд минимизируется. Таким образом, частота переключения увеличивается, особенно при работе на высоких температурах и при высоком проводящем токе.



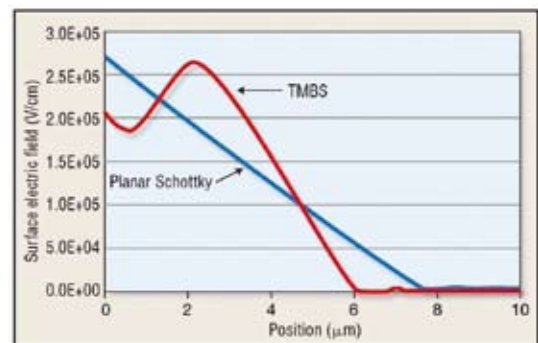
Структура планарного диода Шоттки



Структура Trench MOS диода Шоттки

Структура MOS Trench также обеспечивает эффект зарядовой связи в дрейфовой зоне. Этот эффект в TMBS структуре имеет нелинейную зависимость, поэтому тот же уровень обратного напряжения пробоя можно достичь с кристаллом с более низким удельным сопротивлением.

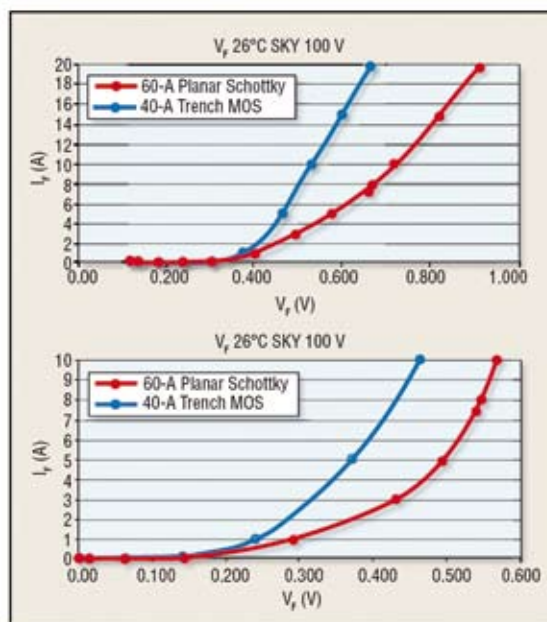
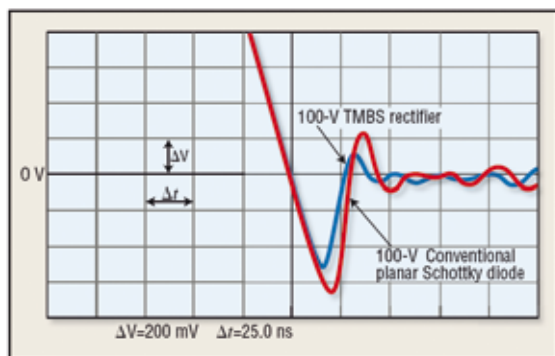
TMBS структура изменяет распределение напряженности электрического поля и удаляет сильное электрическое поле на поверхности слоя в зоне барьера Шоттки. Глубина поверхностного электрического поля TMBS диода значительно ниже, чем у планарного диода Шоттки. Уменьшение электрического поля на поверхности подавляет эффект снижения высоты барьера, что приводит к значительному сокращению тока утечки для данной высоты барьера Шоттки. В свою очередь, это позволяет уменьшить высоту барьера без компромиссных потерь характеристик обратной утечки. Пик электрического поля смещен с поверхности, поэтому диод может блокировать более высокие напряжения.



Сравнительный анализ планарных и TMBS диодов

На графике ниже показаны сравнительные кривые зависимости прямого тока от прямого напряжения двух типов диодов Шоттки с кристаллами одинакового размера и с общей высотой барьера. Даже при сравнении с традиционным диодом 60 А, диоды Шоттки TMBS 40 А/100 В показывают лучшие характеристики падения прямого напряжения.

Скорость переключения TMBS также выше, как видно из следующего графика:



Для сравнения TMBS выпрямителей с традиционными планарными диодами Шоттки в реальных условиях работы была проведена серия экспериментальных тестов. В одном из экспериментов использовался импульсный источник питания 350 Вт. Для сравнения были выбраны следующие диоды Шоттки: TMBS 40 А/100 В и планарные 20 А, 60 А/100 В. Оба диода имеют стандартный корпус TO-220. Результаты сравнения приведены в таблице:

Диод	Входная мощность, Вт	Выходная мощность, Вт	Эффективность, %	Экономия мощности, Вт
20 А планарный (MXXXXH100CT)	299	234	78,3	0
40 А планарный (XХСТQ100)	298	236	79,1	2,35
60 А планарный (SXXXXH100CT)	297	235	73,2	2,77
40 А TMBS (VTS40100CT)	297	236	79,6	3,72

Применение TMBS диодов Шоттки

Другие эксперименты показали равную эффективность между TMBS диодами Шоттки и синхронными MOSFET транзисторами в адаптерах 120 Вт при меньшей стоимости последних. В цепях синхронного выпрямления традиционно используются полевые транзисторы с низким сопротивлением канала в открытом состоянии, благодаря их высокой эффективности и лучшим характеристикам теплоотвода. Однако новые диоды Шоттки составляют им острую конкуренцию, поскольку при равных рабочих параметрах имеют низкую стоимость. Особенно эффективной заменой транзисторов на диоды Шоттки могут оказаться приложения с низким выходным током (адаптеры, источники питания открытой структуры).

Другой сферой применения диодов Шоттки являются резервные источники питания с ORing архитектурой. Здесь

также используются полевые транзисторы с низким сопротивлением канала, однако они имеют плохие характеристики скорости переключения по сравнению с ORing диодами. Нежелательное падение напряжения на диоде транзистора требует совместного использования транзистора с внешним диодом с низким напряжением падения. И здесь незаменимыми могут оказаться новые TMBS диоды Шоттки Vishay. Еще одно преимущество новых диодов – высокая обратная энергия, что позволяет диодам выдерживать высокие напряжения переходных процессов при включении источника питания. Траншейная структура диода позволяет поглощать и рассеивать больше лавинной энергии, чем это делает простая планарная структура. Средняя энергия импульса 8-20 для VTS40100CT составляет 170 мДж, что в 2 раза выше, чем у традиционного диода Шоттки. Т.о., диоды имеют лучшую поглощающую способность.