



MSC040SMA120B — НОВЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ SiC MOSFET С СОПРОТИВЛЕНИЕМ КАНАЛА 40 МОМ

Вячеслав Гавриков

В последнее время высоковольтная силовая электроника проявляет повышенный интерес к карбид-кремниевым МОП-транзисторам (SiC MOSFET). Низкие потери и высокое быстродействие делают их отличной альтернативой IGBT. В частности, новый SiC-транзистор MSC040SMA120B от компании Microsemi имеет рейтинг напряжения 1200 В и чрезвычайно низкое сопротивление открытого канала — 40 мОм.

Кремний по-прежнему остается основным полупроводниковым материалом для современной электроники, тем не менее в целом ряде областей он начинает сдавать свои позиции. Если говорить о сегменте силовой электроники, то наиболее перспективными материалами здесь являются нитрид галлия (GaN) и карбид кремния (SiC).

Благодаря высокой подвижности электронов, отличной дрейфовой скорости и высокой теплопроводности нитрид галлия активно используется для создания низковольтных силовых транзисторов (обычно до 200 В). Карбид кремния также превосходит обычный кремний по целому ряду параметров (табл. 1). Речь идет о высоком напряжении пробоя, высокой дрей-

фовой скорости, отличной теплопроводности, значительной ширине запрещенной зоны. Все это делает карбид кремния идеальным материалом для производства высоковольтных силовых транзисторов.

Например, новый высоковольтный SiC-транзистор MSC040SMA120B от компании Microsemi отличается высоким быстродействием и низким сопротивлением открытого канала, что делает его идеальной альтернативой IGBT в широком спектре применений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБИД-КРЕМНИЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ В СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

В настоящий момент в силовой электронике распространены различные типы транзисторов (рис. 1). Ниша низковольтных применений долгое время была занята кремниевыми МОП-ключами. Сейчас их понемногу начинают вытеснять нитрид-галлиевые транзисторы. В сегменте быстродействующих систем также в основном применяются кремниевые MOSFET. К сожалению, эффективное рабочее напряжение кремниевых ключей не превышает 650 В, поэтому для создания высоковольтных применений с низкой частотой коммутаций предпочтительны IGBT. Однако у IGBT также есть недостатки, в частности невысокое быстродействие — их ра-

Таблица 1.
Преимущества карбида кремния

ПАРАМЕТР	СРАВНЕНИЕ SiC И Si	РЕЗУЛЬТАТ
Напряжение пробоя	В 10 раз выше, чем у Si	Высокие рабочие напряжения
Дрейфовая скорость насыщения электронов	В 2 раза выше, чем у Si	Высокое быстродействие
Ширина запрещенной зоны	В 3 раза выше, чем у Si	Высокая стабильность
Теплопроводность	В 3 раза выше, чем у Si	Расширенный диапазон рабочих температур
Положительный температурный коэффициент	+	Высокая температурная стабильность
Минимальные потери восстановления обратного диода	+	Высокая эффективность
Срок хранения	Не ограничен	1 год максимум
Риск выброса вредных веществ	Нет	Есть
Последствия отказа	Не катастрофические	Катастрофические, взрыв

бочая частота в редких случаях превышает 100–150 кГц. По этой причине карбид-кремниевые транзисторы оказались весьма востребованными в сегменте быстродействующих высоковольтных применений.

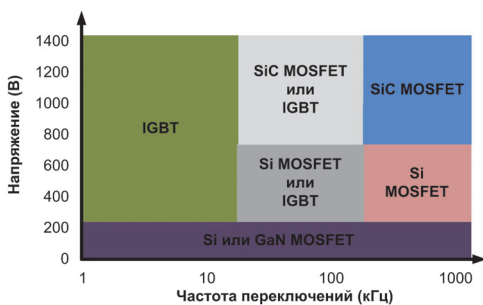
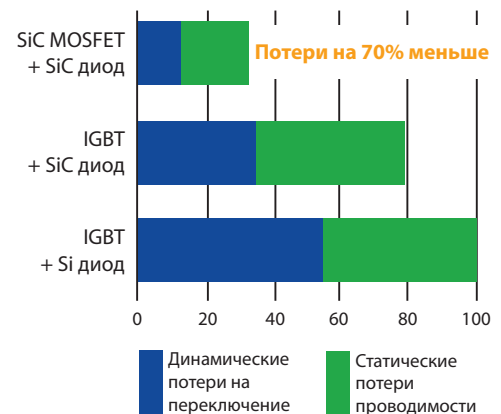


Рис. 1.
Области применения силовых транзисторов

Благодаря уникальным характеристикам карбида кремния удается создавать силовые SiC MOSFET, сочетающие преимущества IGBT и кремниевых MOSFET. От кремниевых MOSFET карбид-кремниевые МОП-транзисторы унаследовали высокое быстродействие, малые потери, простоту управления. Кроме того, они, так же как и IGBT, способны работать с высокими напряжениями до 1200 В и выше.

Рис. 2.
SiC MOSFET значительно превосходят IGBT по уровню эффективности

Как видно на рис. 1, существуют области, в которых могут применяться различные типы силовых транзисторов. При этом выбор между ними основывается на сравнении их эффективности. Исследования показывают, что SiC MOSFET значительно превосходят IGBT по уровню эффективности (рис. 2). Они отличаются как малыми потерями проводимости, которые определяются сверхнизким сопротивлением



проводящего канала, так и минимальными динамическими потерями, что является следствием низких потерь на переключение.

КОММЕНТАРИЙ СПЕЦИАЛИСТА



Гурьева Антонина,
инженер по внедрению PT Electronics

active@ptelectronics.ru

”

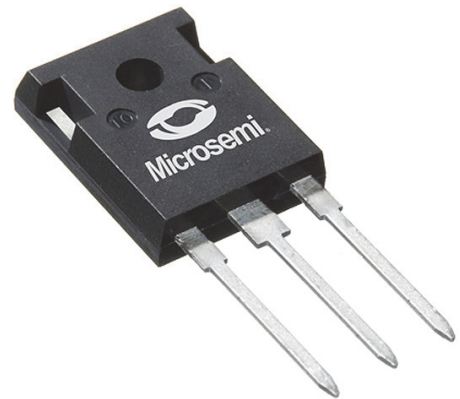
Компания Microsemi активно развивает линейку полупроводниковых компонентов на основе технологии широкозонного карбида кремния, которая обеспечивает большие значения пробивного и рабочего напряжений, высокую мощность и рабочую температуру перехода. В портфолио компании в широком ассортименте представлены МОП-транзисторы, диоды Шоттки и полупроводниковые модули. Один из ярких представителей карбидокремниевых компонентов — новый МОП-транзистор MSC040SMA120B. Для заказа уже доступны отладочные платы и образцы.

Не следует думать, что у карбид-кремниевых МОП-транзисторов нет недостатков. Это, конечно же, не так. Производителям потребовалось приложить немало усилий, чтобы создать по-настоящему зрелые образцы, лишённые «детских болезней», таких, например, как нестабильность порогового напряжения затвор-исток.

Сейчас сразу несколько крупных компаний предоставляют вполне достойные модели SiC MOSFET, способные без проблем побороться с IGBT. При этом каждый из производителей старается тем или иным способом опередить конкурентов. Например, компания Microsemi недавно выпустила транзистор MSC040SMA120B в корпусном исполнении TO-247 с рекордно низким сопротивлением открытого канала.

ОБЗОР КАРБИД-КРЕМНИЕВОГО МОП-ТРАНЗИСТОРА MSC040SMA120B

MSC040SMA120B — карбид-кремниевый МОП-транзистор с рейтингом напряжения 1200 В. Устройство изготавливается в компактном и бюджетном корпусном исполнении TO-247 (рис. 3). Главной отличительной чертой MSC040SMA120B является рекордное (для данного корпусного исполнения) сопротивление открытого канала, которое составляет 40 мОм.



К особенностям MSC040SMA120B относятся:

- малая емкость C_{oss} (156 пФ) и низкий заряд затвора (137 нКл);
- высокая скорость переключений за счет малого сопротивления затвора ESR: 1,2 Ом;
- надежная работа в широком диапазоне температур: $-55...+175$ °С;
- быстрый и надежный встроенный диод;
- высокая стойкость к пробоям.

Остальные характеристики MSC040SMA120B также выглядят достойно на фоне конкурентов (табл. 2). Данный транзистор способен коммутировать постоянные токи до 64 А и импульсные токи до 105 А.

Использование MSC040SMA120B предоставляет немало преимуществ.

Во-первых, низкое сопротивление MSC040SMA120B обеспечивает минимальный уровень потерь проводимости и гарантирует высокую эффективность. С одной стороны, это позволяет повышать мощность конечных устройств, а с другой — уменьшать их габариты.

Во-вторых, высокая рабочая температура и малые потери на переключениях обеспечивают надежную работу транзистора.

В-третьих, благодаря наличию встроенного диода во многих применениях удастся отказаться от дополнительного внешнего диода,

Таблица 2.
Характеристики карбид-кремниевого МОП-транзистора MSC040SMA120B

ПАРАМЕТРЫ	MSC040SMA120B
Напряжение сток-исток	1200 В
Максимальный постоянный ток (25 °С)	64 А
Максимальный постоянный ток (10 °С)	45 А
Предельный импульсный ток	105 А
Диапазон напряжений затвор-исток	-10...25 В
Диапазон рабочих температур кристалла	-55...+175 °С
Сопротивление открытого канала (типичное)	40 мОм
Пороговое напряжение затвор-исток (типичное)	2,6 В
Температурный коэффициент напряжения затвор-исток	-4,5 мВ/°С
Заряд затвора	137 нКл
Энергия включения (25 °С)	930 мкДж
Энергия выключения (25 °С)	585 мкДж
Прямое падение встроенного диода	3,9 В
Время восстановления обратного диода	100 нс



Рис. 3.
 Внешний вид
 MSC040SMA120B

что позволяет снизить себестоимость конечного изделия.

Перечисленные достоинства MSC040SMA120B делают его отличным выбором в целом ряде применений: приводы электродвигателей; источники питания, инверторы и силовые преобразователи; системы индукционного нагрева и сварочные аппараты; системы бесперебойного питания; электрические и гибридные силовые установки в автотранспорте; преобразователи для альтернативной энергетики (инверторы солнечной энергии, преобразователи ветрогенераторов). Кроме того, существуют и многие другие сферы применения данных устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время карбид-кремниевые МОП-транзисторы становятся реальной альтернативой для IGBT в высоковольтных быстродействующих приложениях.

Новый SiC-транзистор MSC040SMA120B от компании Microsemi выпускается в компактном корпусе исполнения TO-247 и отличается от конкурентов низким сопротивлением открытого канала 40 мОм.

