

Карбід-кремнієві компоненти компанії Microchip для промисловості, авіації та оборонної сфери

Джордж Уорд (George Ward), Microchip Technology Inc.

Переклад та редагування: Євген Тетерев, Віталій Шевченко, Rainbow Technologies,
E-mail: svl@rainbow.com.ua

Тенденції на світовому ринку електроніки показують, що компоненти на основі карбиду кремнію є найбільш актуальним напрямом розвитку сучасних силових напівпровідників. І в цьому випадку компанія Microchip Technology не тільки не поступається провідним світовим виробникам, але й демонструє свої суттєві переваги. Фірмовими рисами її продуктів є їхні відмінні масогабаритні показники, висока навантажувальна здатність, надійність роботи та стійкість до впливів навколишнього середовища. Ці якості дозволяють застосовувати компоненти виробництва компанії Microchip у всіх сегментах сучасного ринку: промисловості, транспорті, енергетиці, а також у таких специфічних галузях, як аерокосмічна та оборонна сфери.

Компанія Microchip Technology є найбільшим постачальником силових напівпровідників для аерокосмічної та оборонної промисловості США. В авіації силові компоненти Microchip використовуються з 1995 року. На цей час налічується близько 60 тис. виробів, що експлуатуються на борту військових та цивільних літаків. Це, в основному, напівпровідникові модулі

та збірки, сертифіковані на відповідність вимогам системи керування якістю AS9100. Вони працюють у складі блоків та систем керування, систем кондиціонування повітря, генерації та розподілу електроенергії, в трансформаторно-випрямних блоках.

У військовій та оборонній сферах Microchip також має значну кількість різноманітних доробок. Силові дис-

кретні елементи та модулі Microchip знайшли своє місце у складі військових кораблів, радіолокаційних установок, броньованих бойових машин і ракетних систем. Робота в цьому напрямі триває. Зокрема, нещодавно кілька карбід-кремнієвих модулів Microchip успішно пройшли тестові випробування для використання у складі великої системи протиракетної оборони.

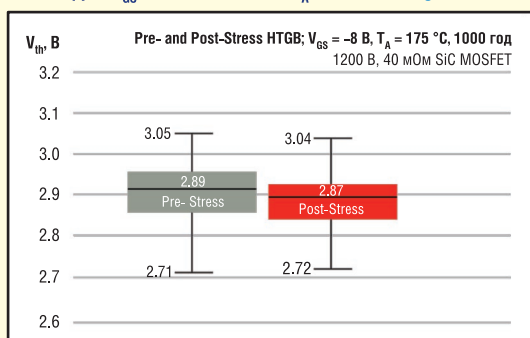
ВІДМІННІ РИСИ КАРБІД-КРЕМНІЄВИХ КОМПОНЕНТІВ MICROCHIP

Розглянемо детальніше основні конструктивні особливості карбід-кремнієвих виробів Microchip, які забезпечують їм високу якість і надійність.

Цілісність оксидної плівки затвора

За результатами прискорених випробувань на знос, оксидна плівка MOSFET-транзисторів Microchip може

Напруга: $V_{GS} = -8$ В, 1000 год за $T_A = 175$ °C | Change: -0.02 В



Напруга: $V_{GS} = 20$ В, 1000 год за $T_A = 175$ °C | Change: +0.06 В

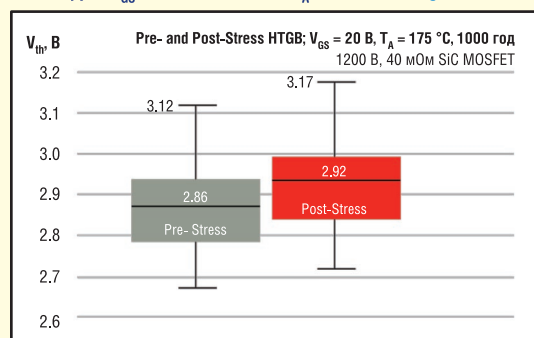


Рис. 1. Результати випробувань транзистора з номінальною напругою 1200 В та внутрішнім опором 40 мОм методом високотемпературного зміщення затвора HTGB (HighTemperature Gate Bias)

працювати більше 100 років, забезпечуючи протягом цього терміну стабільну порогову напругу.

На рисунку 1 представлені результати випробувань транзистора з номінальною напругою 1200 В та внутрішнім опором 40 методом високотемпературного зміщення затвора HTGB (*High Temperature Gate Bias*). З графіків видно, що протягом випробувань порогова напруга транзистора показала високу стабільність і змінилася не більше, ніж на 2% від початкового значення.

На рисунку 2 представлені результати випробувань того ж транзистора, при яких оксидна плівка затвора прискорено виводилася з ладу підвищеною температурою і напруженістю електричного поля. Ці дані дозволили розрахувати граничний термін служби оксидної плівки, який при рекомендованій напрузі затвора (20 В) становить більше 100 років.

Надійність внутрішнього зворотного діода у складі MOSFET-транзисторів

На відміну від деяких конкурентних аналогів, цей діод не схильний до деградації. Тому його можна використовувати в силовій схемі замість зовнішніх зворотних діодів, що дає велику економію коштів.

На рисунку 3 показані результати випробувань зворотних діодів у складі карбід-кремнієвого транзистора Microchip (1200 В, 80 мОм) і ще двох аналогічних транзисторів від основних конкурентних виробників.

Випробування проводились Університетом штату Огайо. Зворотні діоди піддавалися прямому зміщенню протягом тривалого періоду часу: 10, 20 і 100 годин. Після проведення випробувань зворотний діод компанії Microchip практично не мав деградації. Його вольтамперні характеристики показані на рисунку 3в і з них видно, що крива, знята до випробувань, практично збігається з кривою після випробувань. Випробування зворотного діода від першого конкурента показали 20-відсоткову деградацію, відповідні характеристики представлені на рисунку 3а. Зворотний діод від другого конкурента став цілком непридатний до використання (рис. 3б).

Стійкість до лавинного пробою

Карбід-кремнієві MOSFET-транзистори Microchip зберігають працездатність після 100 000 імпульсів перенапруги, що виникають під час проведення тестів на відключення нефіксованого індуктивного навантаження UIS (*Unclamped Inductive Switching Test*).

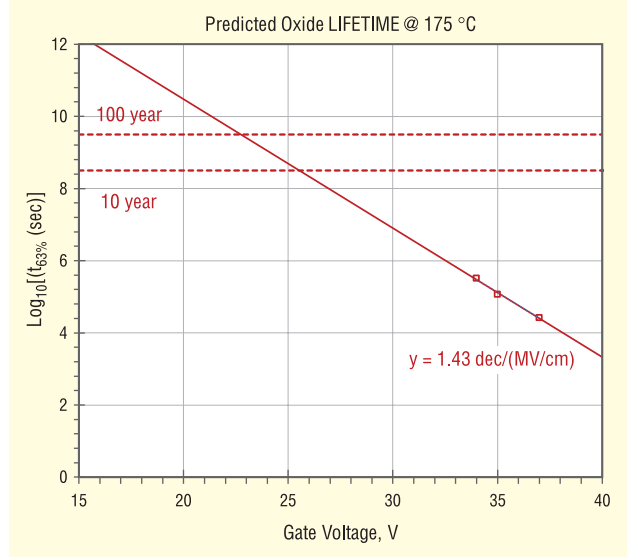


Рис. 2. Результати випробувань того ж транзистора (транзистора з номінальною напругою 1200 В та внутрішнім опором 40 мОм), при яких оксидна плівка затвора прискорено виводилася з ладу підвищеною температурою і напруженістю електричного поля

На рисунку 4 показані результати порівняльних випробувань карбід-кремнієвих транзисторів Microchip та ще трьох конкурентних компаній. Всі транзистори випробовувалися за методом TDDB (*Time Dependent Dielectric Breakdown*), після цього піддавалися численним тестам UIS (100 000 циклів) і знову проходили тест TDDB. Як видно з графіків, після UIS-тестів транзистори Microchip не тільки зберегли працездатність, але й витримали вдвічі більший час до пробою оксидної плівки, ніж конкурентні зразки (70 с проти 30 с у конкурентів).

Стабільність внутрішнього опору транзистора в умовах підвищення температури

За високої температури (близько 175 °C) транзистори компанії Microchip мають найбільш низький внутрішній опір у порівнянні з конкурентними аналогами (рис. 5).

Це пояснюється тим, що вони менше піддаються впливу температури і збільшується лише у 1.45 раз порівняно з «холодним» значенням. У той же час, у конкурентних транзисторів коефіцієнт зростання становить від 1.7 до 1.85.

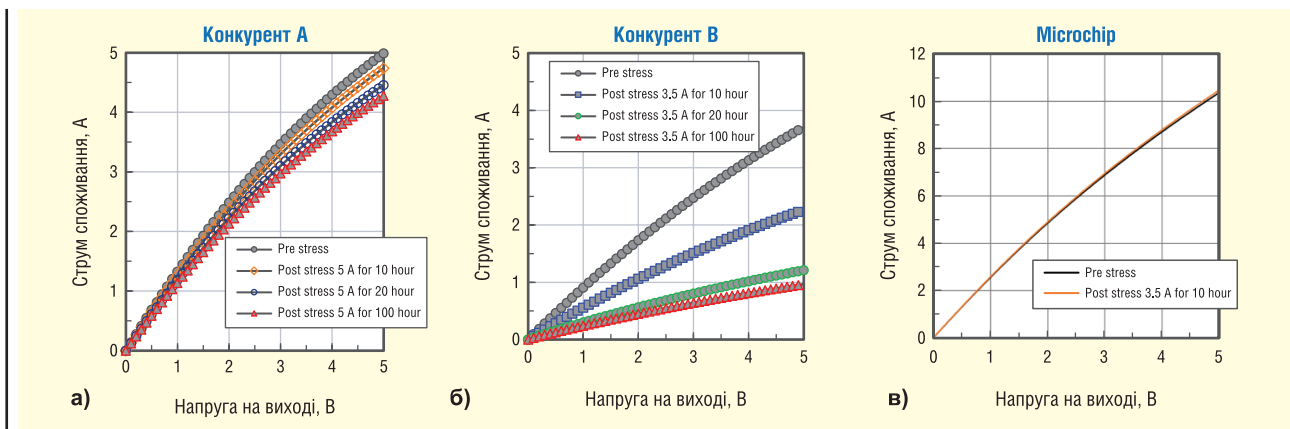


Рис. 3. Результати випробувань зворотних діодів у складі карбід-кремнієвого транзистора Microchip (1200 В, 80 мОм) і ще двох аналогічних транзисторів від основних конкурентних виробників

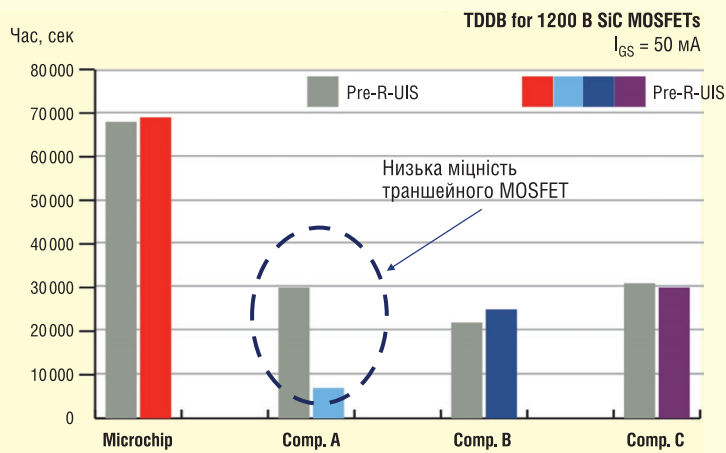


Рис. 4. Результати порівняльних випробувань карбід-кремнієвих транзисторів Microchip та ще трьох конкурентних компаній

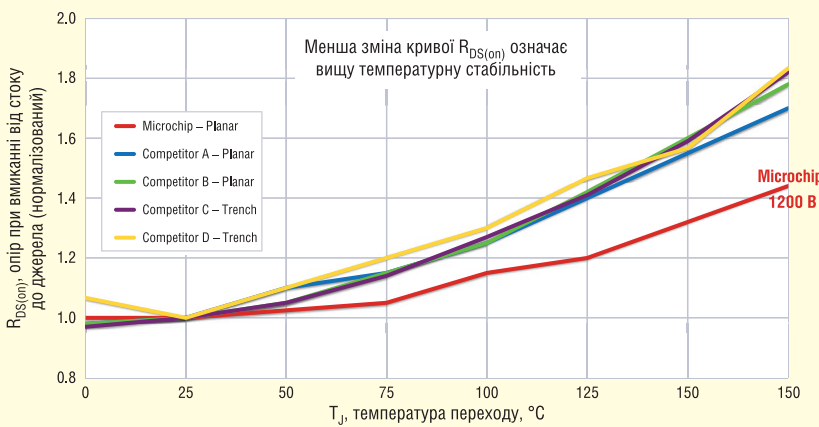


Рис. 5. Порівняння транзисторів Microchip з конкурентними аналогами а високої температури (близько 175 °C)

Стабільність та передбачуваність характеристик короткого замикання

Характеристики КЗ у карбід-кремнієвих польових транзисторів Microchip подібні до характеристик IGBT-транзис-

торів, що значно полегшує проектування схеми і при правильному налаштуванні захисту підвищує надійність кінцевого виробу.

На рисунку 6 показані результати випробувань одного з транзисторів

Microchip (700 В, 35 мОм) в режимі короткого замикання. Ці графіки показують допустимий час роботи транзистора в режимі КЗ в залежності від напруги затвора. Графік на рисунку 6а знятий за напруги «стік-витік», що дорівнює 350 В — це становить половину від номінального значення (700 В). З нього видно, що за номінальної напруги затвора (20 В) транзистор витримує в режимі КЗ 10 мікросекунд, що є подібним до характеристик IGBT-аналогів. На графіку на рисунку 6б показано найгірший випадок. Тут за напруги 560 В (80% від номінальної) час витримки становить 3 мікросекунди, що також є достатнім для спрацьовування захистів.

ДИСКРЕТНІ СИЛОВІ КЛЮЧІ

Портфоліо дискретних карбід-кремнієвих елементів Microchip включає MOSFET-транзистори та діоди Шотткі (див. табл. 1, 2).

MOSFET-транзистори випускаються в корпусах TO-247 для монтажу в отвори, D3PAK для поверхневого монтажу, модульних корпусах SOT-227, а також у вигляді «голих» кристалів. Корпуси TO-247 пропонуються в 3- та 4-вивідному виконанні. Останнє має додатковий вивід, який називається відводом Кельвіна. Він дозволяє більш точно керувати транзистором, що в результаті знижує втрати на перемикання та підвищує ККД перетворювача.

У класі напруги 700 В випускаються транзистори з внутрішнім опором від 90 до 15 мОм, що відповідає номінальному постійному струму 28–140 А за температури 25 °C. Для класу 1200 В діапазон $R_{DS(on)}$ становить 360...17 мОм

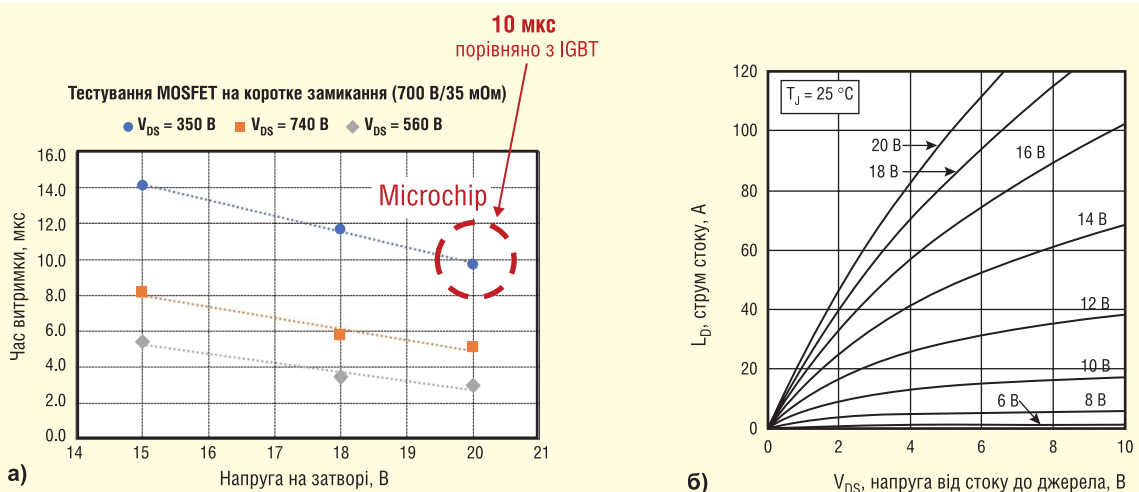


Рис. 6. Результати випробувань одного з транзисторів Microchip (700 В, 35 мОм) в режимі короткого замикання

	0	20	40	60	80	100	120	140	160
600 В	Field Stop		Power MOS 8™ PT						
	Power MOS 8 NPT								
650 В	Power MOS 8 NPT								
900 В	Power MOS 8 PT								
1 200 В	Field Stop		Power MOS 7™ PT						
	Power MOS 8 NPT								

Примітка. Наведені діапазони частот є типовими для IGBT на 50 А. Для отримання додаткової інформації дивіться графік залежності максимальної частоти від струму в технічному паспорті виробу.

Серія	Номинальна напруга	Особливості	Застосування	Коментар
D	200, 300, 400, 600, 1000, 1200	Середній Vf Середня швидкість	Діод вільного ходу Вихідний випрямляч DC-DC перетворювач	Власний платиновий процес
DQ	600, 1000, 1200	Висока швидкість Лавиностійкий	PFC Діод з вільним ходом DC-DC перетворювач	Ступінчастий EPI покращує плавність ходу Власний платиновий процес
Шотткі	200	Низький Vf Лавиностійкий	Вихідний випрямляч Вільнокерований діод DC-DC перетворювач	
SiC Шотткі	700, 1200, 1700, 3300	Нульове зворотне відновлення	PFC Вільнокерований діод DC-DC перетворювач	Низькі втрати на перемикання, висока густина потужності та високотемпературна робота

№	Найменування	Тип	V _{DS} (VR), В	R _{DS(on)} , мОм	IF, А	Корпус
1	MSC400SMA330	MOSFET	3300	400	–	TO-247-4L, кристал
2	MSC080SMA330	MOSFET	3300	80	–	TO-247-4L, кристал
3	MSC025SMA330	MOSFET	3300	25	–	TO-247-4L, кристал
4	MSC030SDA330	Діод Шотткі	3300	–	30	TO-247-2L, кристал
5	MSC090SDA330	Діод Шотткі	3300	–	90	T-MAX, кристал

(11–113 А), а для 1700 В — 750...35 мОм (7–68 А). SiC MOSFET транзистори компанії Microchip можна знайти на сайті [за цим посиланням](#).

Діоди Шотткі пропонуються в корпусах TO-247, TO-220, T-MAX (монтаж в отвори), D3PAK (поверхневий монтаж), SOT-227 (модульне виконання) та у вигляді «голих» кристалів. Для класів напруги 700, 1200 і 1700 В випускаються одиночні діоди з номінальним постійним струмом від 10 до 50 А за температури 135 °С. Крім цього для класів напруги 700–1200 В та струмів 30–100 А виробляються 2-діодні збірки: із загальним катодом (корпус TO-247) або «паралель/анти-паралель» (корпус SOT-227). Карбід-кремнієві діоди Microchip можна знайти на сайті Microchip [за цим посиланням](#).

Карбід-кремнієві MOSFET-транзистори та діоди Шотткі на 3300 В слід виділити окремо, оскільки вони відносяться до останніх розробок Microchip. Лінійка транзисторів включає пристрої з внутрішнім опором до 25 мОм, що є найнижчим показником серед кон-

курентних аналогів і відповідає номінальному постійному струму 104 А за температури 25 °С. У лінійці діодів пропонуються пристрої на струм до 90 А, що також є найвищим показником серед конкурентів. Карбід-кремнієві транзистори та діоди на 3300 В наведено в таблиці 3. Натиснувши на найменування відповідного компонента можна перейти до його опису на сайті компанії Microchip.

Далі буде

Більш детальну інформацію можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора Microchip Technology на території України — компанії Rainbow Technologies:

**04112, Україна,
м. Київ, вул. Дегтярівська, 62,
оф. 46,
тел./факс: (044) 290-41-69,
(044) 290-41-82,
e-mail: svl@rainbow.com.ua,
www.rainbow.com.ua**

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ПОСЛІДОВНОЇ SRAM-ПАМ'ЯТІ

Щоб задовольнити загальну потребу клієнтів у більшій та швидшій пам'яті SRAM, компанія Microchip Technology розширила лінійку продуктів Serial SRAM, включивши в неї більшу ємність до 4 Мб та збільшивши швидкість послідовного периферійного інтерфейсу/послідовного інтерфейсу вводу/виводу SPI/SQI™ (Serial Peripheral Interface/Serial Quad I/O™) до 143 МГц. Пристрої ємністю у 2 та 4 Мб розроблені як дешевша альтернатива традиційній паралельній SRAM-пам'яті та мають додаткову схему перемикання на резервне живлення від батареї для збереження даних у разі зникнення живлення.

На відміну від паралельної оперативної пам'яті, яка вимагає великих корпусів і щонайменше 26–35 входів/виходів мікроконтролера (MCU) для інтерфейсу, пристрої послідовної пам'яті Microchip випускаються в дешевших 8-контактних корпусах і використовують високошвидкісну шину зв'язку SPI/SQI, яка вимагає лише 4–6 виводів вводу/виводу мікроконтролера для легкої інтеграції. Це зменшує потребу в дорожчому мікроконтролері з великою кількістю виводів і допомагає мінімізувати загальну площу плати.

Усуваючи найпоширеніший недолік послідовної SRAM — паралельна пам'ять швидша за послідовну — пристрої послідовної SRAM на 2 і 4 Мб збільшили швидкість шини до 143 МГц за допомогою опціонального чотирибітного інтерфейсу SPI (4 біти за такт), що значно мінімізує розрив у швидкості між рішеннями.

«Послідовна SRAM є популярним рішенням для інженерів, яким потрібно більше оперативної пам'яті, ніж доступно на борту мікроконтролера, але які прагнуть зменшити вартість і загальний розмір плати», — говорить Джефф Лізер (Jeff Leasure), директор підрозділу продуктів пам'яті компанії Microchip.

Малогабаритні, малопотужні, високопродуктивні пристрої SRAM мають необмежену витривалість і нульовий час запису, що робить їх чудовим вибором для застосувань, пов'язаних з безперервною передачею даних, буферизацією, реєстрацією даних, вимірюванням та іншими функціями, що вимагають великих обчислень і великих обсягів даних.

www.microchip.com