

Robustesse et fiabilité, un voyage au-delà des fiches de données

Le transport fait partie intégrante de notre quotidien, que ce soit pour des déplacements de personnes ou de biens, d'un point A à un point B. Toute interruption dans l'un de ces flux aurait des effets en cascade. Les trains sont particulièrement tributaires des conditions météorologiques qui peuvent influencer les systèmes électroniques qu'ils embarquent. C'est pourquoi il est important pour les développeurs de systèmes de transport de prendre en compte des paramètres qui ne sont en général pas présentés dans les fiches de données des composants. Dans le cas des systèmes d'électronique de puissance à large bande interdite, tels que ceux à base de SiC (carbure de silicium), qui est un nouveau matériau pour ce type d'application, cela se révèle d'autant plus important.

Les composants de puissance SiC de Microchip Technology sont durcis, robuste et adaptés aux applications les plus exigeantes sur le marché du transport. Notre vaste portefeuille d'options de boîtiers standards et personnalisés offre la flexibilité nécessaire à nos clients pour concevoir leurs systèmes. Les pilotes de grille programmables numériquement, disponibles sous forme de carte électronique plug-and-play ou de pilote principal, offrent aux ingénieurs des outils pour optimiser les performances de leurs systèmes et les adapter à l'application avec très peu de modifications matérielles.

La robustesse des MOSFET SiC dans un grand nombre de conditions environnementales différentes est essentielle pour les groupes auxiliaires de puissance (APU, Auxiliary Power Units) qui alimentent les charges conventionnelles et les charges d'urgence. Les points suivants doivent être vérifiés: 1) la stabilité et la durée de vie de l'oxyde de grille du MOSFET, 2) la stabilité de la diode intrinsèque du MOSFET et 3), le recours à des mesures de protection contre les pannes telles que la robustesse aux phénomènes d'avalanche.

Stabilité et durée de vie de l'oxyde de grille du MOSFET

Pour garantir le fonctionnement stable du convertisseur de puissance, les composants de puissance doivent avoir un décalage de tension de seuil minimum et des performances

AUTEURS

Xuning Zhang,
Tomas Krecek
et Nitesh
Satheesh
Microchip
Technology.

fiables pendant toute la durée de vie du convertisseur. La figure 1 montre comment la tension de seuil V_{th} pour les MOSFET SiC de production ne devrait pas enregistrer de changement significatif après 1 000 heures de sollicitation à 175 °C.

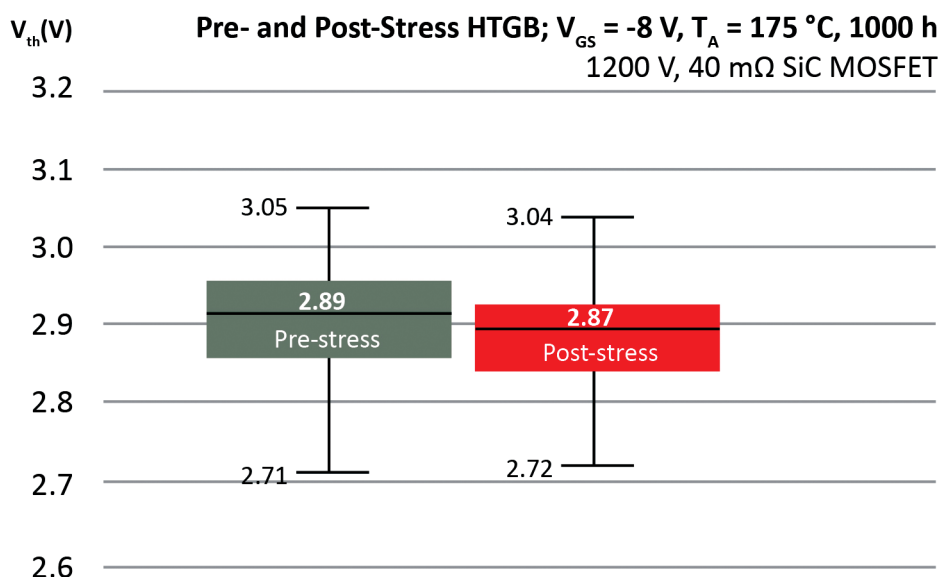
La durée de vie de l'oxyde de grille peut être prédite en accélérant le rythme des échantillons jusqu'à survenue de la panne, en utilisant une température élevée et un champ magnétique fort. L'oxyde de grille d'un MOSFET SiC de production peut durer beaucoup plus de 100 ans quand il est soumis à des contraintes élevées, ce qui offre une assurance pour le fonctionnement de routine

fiable d'un APU, au-delà de la durée de vie utile prévue de par la conception.

Stabilité de la diode intrinsèque

Un MOSFET SiC peut conduire un courant inversé grâce à une diode intrinsèque. Par rapport à une solution IGBT (transistor bipolaire à grille isolée), l'utilisation d'un MOSFET SiC avec une diode intrinsèque stable améliore la fiabilité et diminue les coûts en permettant de ne pas utiliser de diode placée en antiparallèle. Cependant la fiabilité de la diode intrinsèque varie beaucoup en fonction du fournisseur. Sur certains

1 Tension de seuil des MOSFET SiC de production avant et après (à gauche); contrainte de polarisation négative et positive de la grille à haute température (à droite).

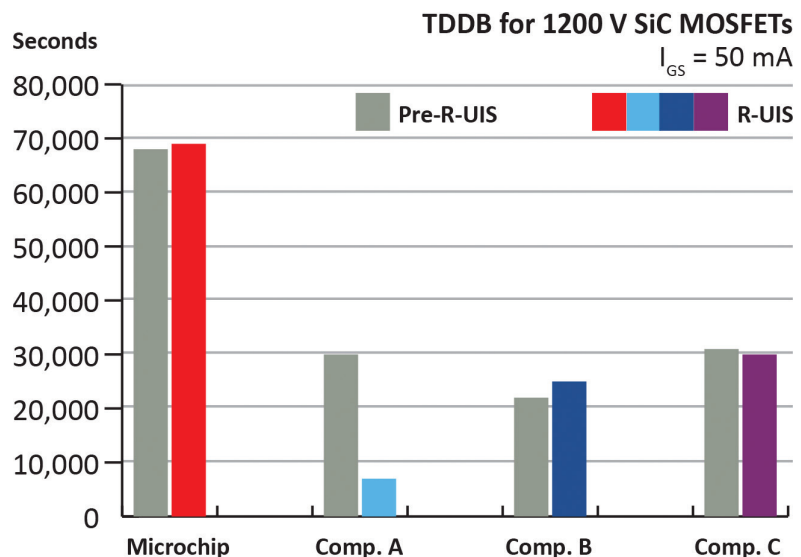
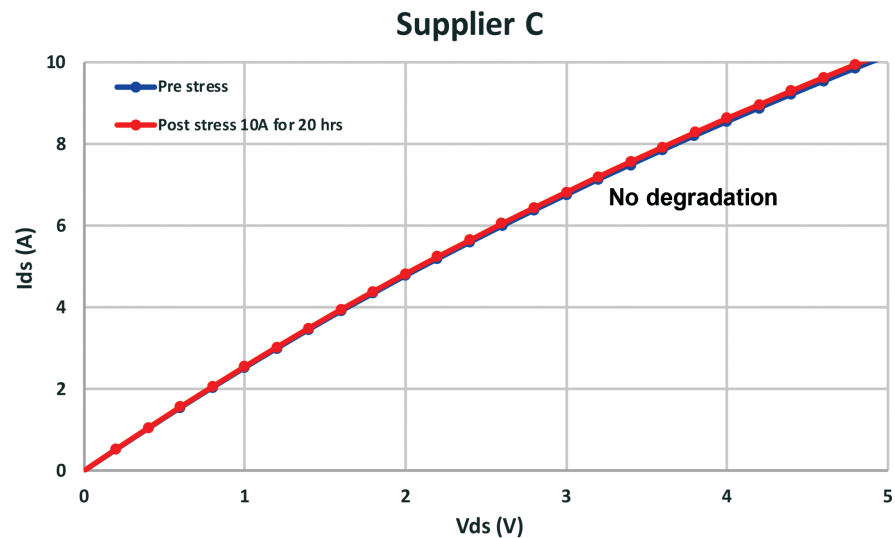


composants, les performances de cette diode se dégradent au cours du temps, entraînant une résistance drain-source à l'état passant (RDS(on)) accrue et un dégagement de chaleur supérieur à la conception. La figure 2 (en haut) montre la courbe I-V de la diode intrinsèque et la résistance drain-source à l'état passant après plusieurs heures de sollicitation en courant direct constant. Les composants de Microchip testés ne montrent aucune dérive perceptible.

Robustesse aux phénomènes d'avalanche

Les groupes APU dans le domaine des transports sont sensibles à un certain nombre de pannes, c'est pourquoi les MOSFET SiC doivent être conçus pour fonctionner de façon sûre et fiable face à ce type d'événement, ainsi que pour maintenir un niveau de performance égal avant et après la panne. La robustesse aux phénomènes d'avalanche constitue l'une des principales demandes du marché. La cause d'un phénomène d'avalanche sur un composant de puissance est très souvent une commutation inductive sans blocage. La charge de courant est soudainement déchargée dans le MOSFET, forçant la tension drain-source à augmenter jusqu'au claquage. Contrairement à un court-circuit, les canaux du MOS ne sont pas améliorés : le courant d'avalanche s'accumule sur le bord de la puce, le composant atteignant alors très rapidement ses limites thermiques. Les phénomènes d'avalanche sont à prendre au sérieux pour les semi-conducteurs de puissance en raison de la possibilité de dégradation dans le temps induite par les tensions électriques et la surchauffe. On utilise des tests répétitifs de commutation inductive sans blocage (R-UIS) pour évaluer la robustesse aux phénomènes d'avalanche d'un composant. La figure 2 (en bas) montre une rupture diélectrique due au temps (TDDB) pour des MOSFET SiC commerciaux avant et après 100 000 cycles de tests R-UIS. De nombreux fournisseurs maintiennent la force de l'oxyde. Cependant, les MOSFET SiC de Microchip, grâce à leur robustesse 4 fois supérieure, à leur RDS(on) et à leur courant de fuite drain-source tous deux très

2 TRDS(on) avant et après les tests de contrainte pour les MOSFET SiC de Microchip (en haut). Rupture diélectrique due au temps (en bas), avant et après des pannes en avalanche répétitives pour les MOSFET SiC disponibles à la vente auprès de quatre fournisseurs.



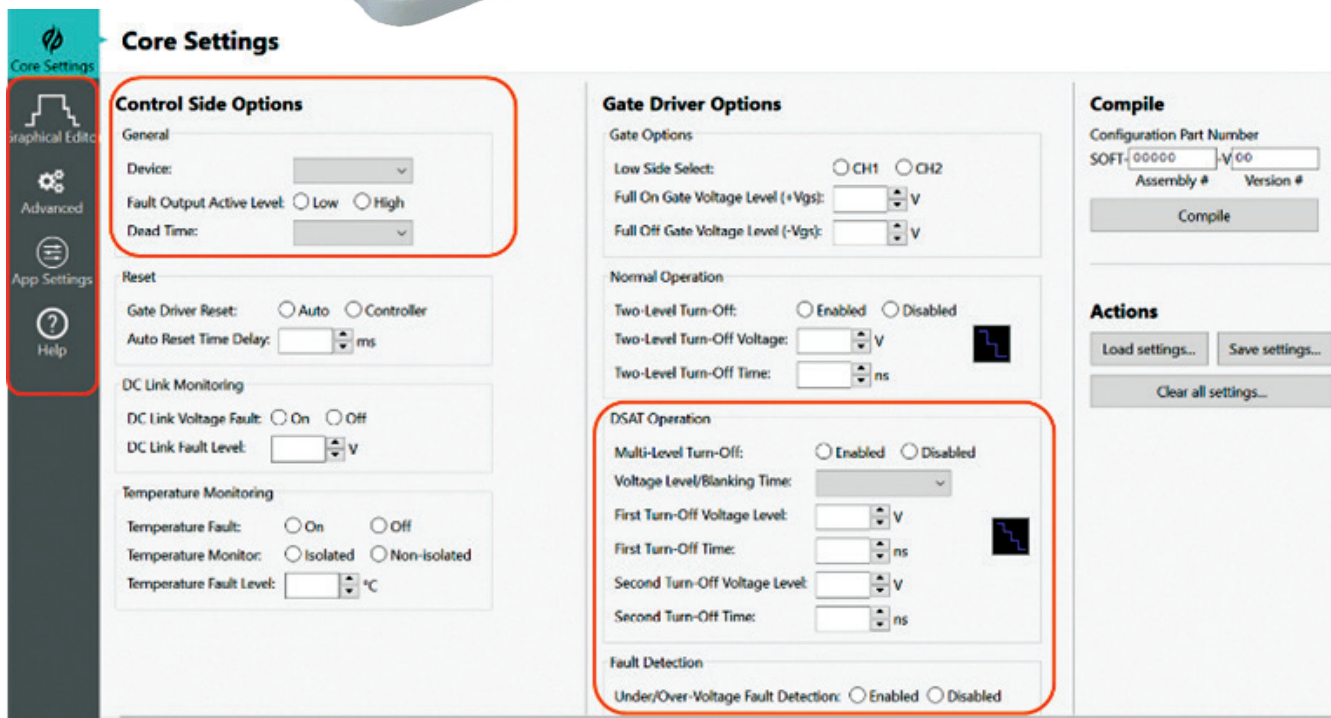
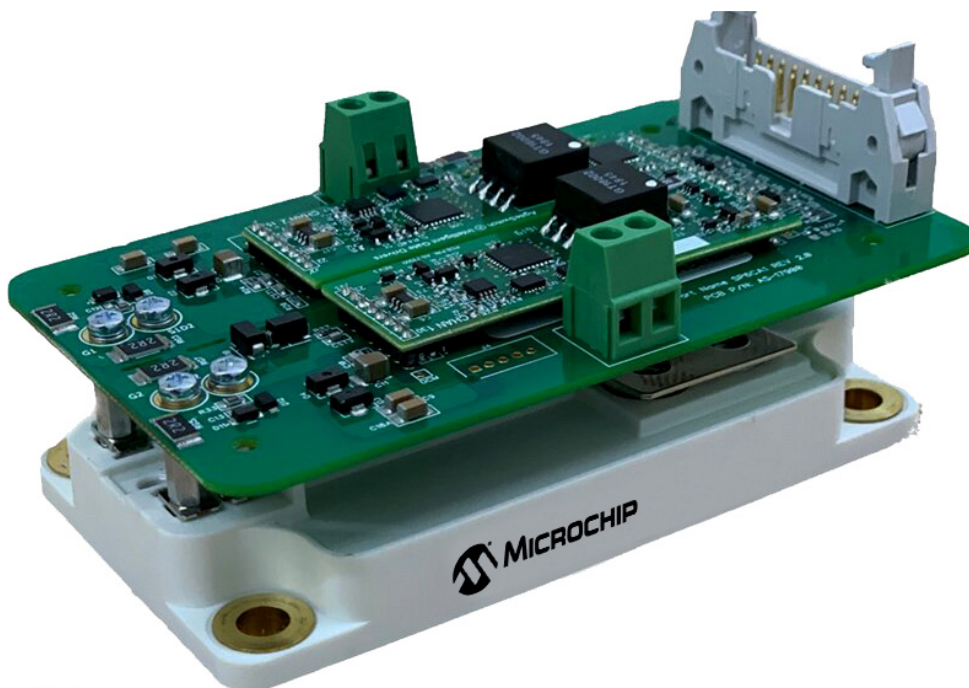
stables, peuvent supporter sans problème les conditions de contraintes électriques les plus difficiles en toute sécurité.

La demande en pilotes de grille intelligents

Comme un pilote de grille constitue une interface (très souvent isolée galvaniquement) entre les côtés haute tension et basse tension, dotée d'une commande et d'une surveillance de grille fiables, tout comme de nombreuses autres fonctionnalités, quelles que soient les conditions et/ou les circonstances, c'est l'un des sous-systèmes les plus importants sur le plan des performances et de la fiabilité. En conditions de fonctionnement normales, le pilote de grille suit les commandes envoyées par le

contrôleur d'hôte pour allumer/éteindre un semi-conducteur de puissance. Les convertisseurs nécessitent des pilotes de grille avec temps mort ajustable, de sorte que le pilote de grille offre assez de temps (le temps mort) pour retrouver la capacité de blocage du composant lorsque celui-ci est éteint. La tension est appliquée à la grille pour allumer le semi-conducteur de puissance, ce qui affecte la résistance drain-source à l'état passant et constitue donc un autre paramètre important pour minimiser les pertes de conduction. Enfin, les résistances de la grille définissent la vitesse des transitoires de commutation et donc le temps nécessaire pour que le semi-conducteur soit allumé ou éteint. Les développeurs optimisent souvent ces

2 Noyau de pilote de grille monté sur une carte adaptateur (en haut) et module d'alimentation de Microchip représentant le kit d'évaluation disponible. Capture d'écran (en bas) montrant l'outil de configuration intelligent ICT (Intelligent Configuration Tool) disponible pour la programmation des cartes de pilotes de grille.



paramètres en fonction de différentes exigences. Une bonne fiabilité signifie également la capacité de protéger le convertisseur contre les pannes, qui peuvent se révéler, dans le pire des cas, destructives. Plus simplement, de nombreux paramètres et fonctionnalités peuvent être attribués aux pilotes de grille, ce qui nous amène à nous poser la question suivante: Est-il possible d'avoir des pilotes fiables qui soient configurables au niveau logiciel, comme sur la figure 3 (en bas) au lieu d'une

configuration au niveau matériel? La famille de pilotes de grille programmables numériquement de Microchip, dont celui que l'on peut voir sur la figure 3 (en haut), offre aux développeurs une flexibilité totale pour ajuster les paramètres en fonction de leur application, du profil de charge ou de toute autre exigence spécifique. De plus, elle intègre un retour sur les pannes, ce qui s'avère utile lors des diagnostics de panne. Cerise sur le gâteau, la famille de pilotes de grille numériques de

Microchip offre une tension du lien DC de base ainsi que la mesure de la température. Les courts-circuits sur les convertisseurs de puissance peuvent devenir plus destructifs s'ils ne sont pas correctement gérés. La protection assurée par le courant de panne avec limites de commutation augmentées, technologie brevetée par Microchip, qui permet de détecter la panne plus tôt et limite la surtension en gérant l'extinction via une tension de pilotage de grille à plusieurs étages. ■



Nouveaux FPGA et SoC PolarFire® à faible densité

Consommation statique inférieure de 50% à celle des solutions alternatives et empreinte thermique la

Les systèmes d'Edge computing ont besoin de dispositifs programmables compacts à faible consommation d'énergie et à faible empreinte thermique pour éliminer les ventilateurs et autres dispositifs de refroidissement, tout en fournissant une puissance de calcul conséquente. Les FPGA et SoC PolarFire® de Microchip résolvent le problème en réduisant de 50% la consommation d'énergie statique

Les FPGA PolarFire et les SoC PolarFire offrent des rapports performances/consommation meilleurs que toutes les alternatives FPGA ou SoC FPGA à faible densité du marché, grâce à leur tissu FPGA rapide et à leurs capacités de traitement de signaux, à leurs émetteurs-récepteurs plus performants, et au seul ensemble à processeur RISC-V® pour applications durcies du marché, avec 2 Mo de cache L2 et support de mémoire DDR4 basse consommation (LPDDR4).

Surmontez les défis liés à la puissance, à l'encombrement, au coût et à la sécurité dans diverses applications, notamment les applications de vision embarquée intelligente et les systèmes automobiles, d'automatisation industrielle, de communication, de défense et d'IoT, sujettes à des contraintes thermiques, pour lesquelles ni la consommation, ni les performances ne peuvent être remises en question.

Caractéristiques principales

- Familles de produits à partir de 25 000 éléments logiques (LE) pour les systèmes sur puce (SoC) et 50 000 LE pour les FPGA
- Format miniature, boîtiers 11 x 11 mm
- Émetteurs-récepteurs 12,7 G, support multi-protocoles 10 Gbits
- Consommation statique inférieure. Opérationnel dès la mise sous tension
- Marge thermique accrue pour une capacité de calcul supérieure
- Sécurité et fiabilité de premier ordre



MICROCHIP



microchip.com/lowpowerFPGAs

Le nom et le logo Microchip, et PolarFire sont des marques commerciales déposées de Microchip Technology Incorporated, aux États-Unis et dans d'autres pays. Toutes les autres marques commerciales citées appartiennent à leurs entreprises respectives.
© 2021 Microchip Technology Inc. Tous droits réservés.
DS00004279A, MEC2405A-FRE-11-21