

Source des images : Autef, Rohm Co., ale

Partnaires : © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch

Sponsors : **Derendinger** **TECHNOMAG**

A la suite de la large diffusion des transistors à effet de champ dans les unités de commande automobiles, les IGBT gagnent du terrain dans la technologie haute tension.

Les « Insulated gate bipolar Transistoren » ou IGBT en abrégé (transistors bipolaires à grille isolée) se sont pour l'instant généralisés dans la technologie haute tension. Dès 1968, on parlait d'un semi-conducteur à 4 couches qui pourrait être contrôlé par une structure MOSFET. En 1982, le premier IGBT a été présenté et s'est développé assez rapidement pour devenir l'épine dorsale de l'électronique de puissance moderne. Le mode de fonctionnement de base des IGBT est décrit comme l'interaction d'un MOSFET avec un transistor bipolaire, ou encore comme un MOSFET et un transistor bipolaire connectés ensemble en Darlington. Le MOSFET est activé et son I_{D_S} circule vers la base du transistor bipolaire. Le courant de charge est représenté par l' I_{CE} du transistor bipolaire. Le champ caractéristique de sortie est structuré de manière similaire à celui des transistors bipolaires. La différence est visible d'une part dans les valeurs des axes (I_{CE} jusqu'à 24 A, U_{CE} dans la plage de commutation jusqu'à plus de 4 V). Il n'y a pas de courant de base pour cela ; les lignes rouges nommées U_{GE} représentent la tension entre la grille et l'émetteur du composant. Plus cette tension est élevée, plus le courant de charge est important pour une chute de tension identique. Quiconque comparera ces valeurs avec celles des transistors bipolaires sera étonné de constater que la chute de tension de 4 V entre collecteur et émetteur est importante. Bien entendu, cela ne sera payant que lorsque la tension appliquée est élevée (> 200 V).

Représentation schématique

Les représentations schématiques montrent deux transistors couplés l'un à côté de l'autre, mais il serait plus ressemblant d'utiliser les trois types de transistors usuels. Les couches dopées P et N sont parfois placées un peu différemment, mais elles sont reliées différemment (photo de droite). Bien entendu, les couches isolantes ne sont présentes que dans le MOSFET et l'IGBT, car seules celles-ci permettent une commande via un champ électrique. La commande du transistor s'effectue presque sans puissance. Et c'est exactement l'un des principaux avantages de l'IGBT. Le MOSFET commande alors la base du transistor bipolaire, qui présente l'avantage essentiel d'avoir une résistance plus faible qu'un MOSFET aux tensions élevées et aux courants importants. Le MOSFET peut être utilisé pour des fréquences allant jusqu'à la gamme des MHz. Les IGBT commutent jusqu'à environ 50 kHz. Étant donné que les IGBT ne peuvent pas fonctionner dans le sens du blocage, ils doivent être associés à des diodes de roue libre spéciales à commutation rapide. Cela signifie que les MOSFET sont utilisés

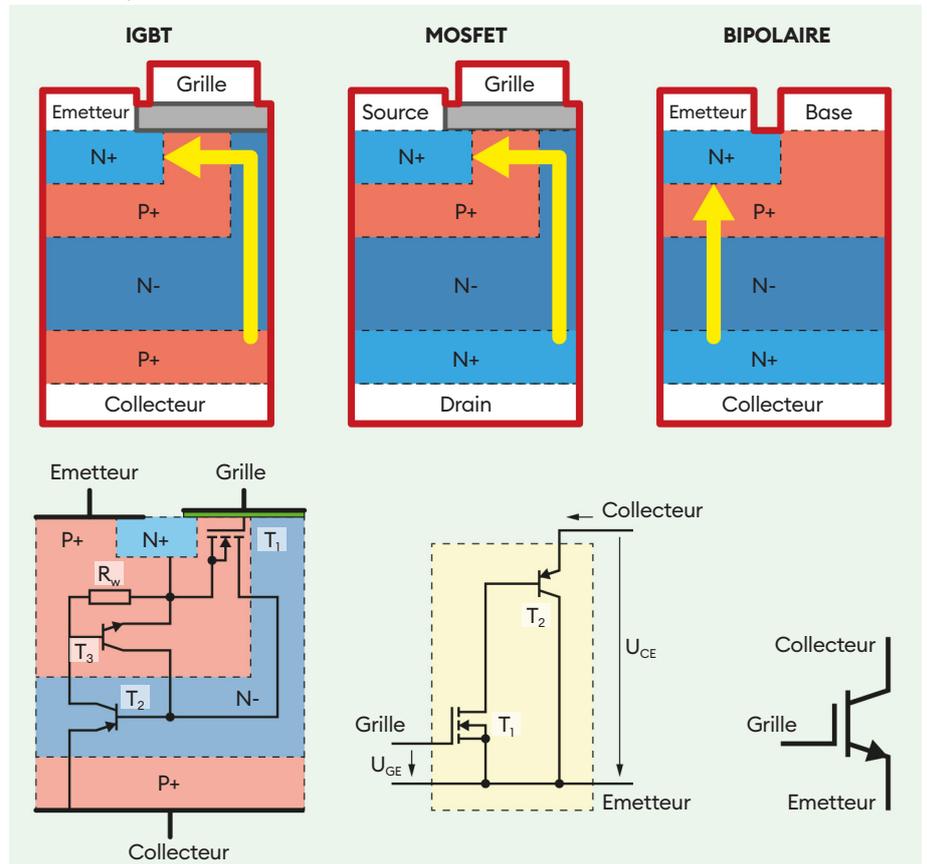
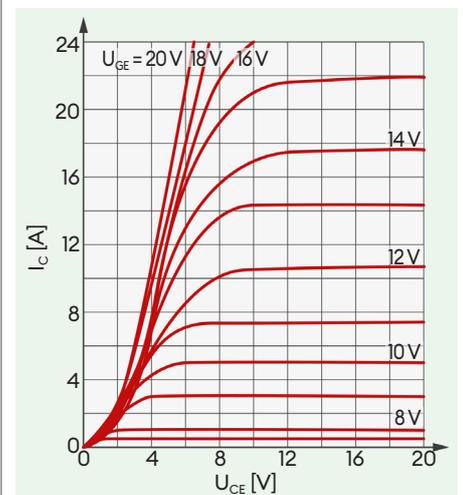
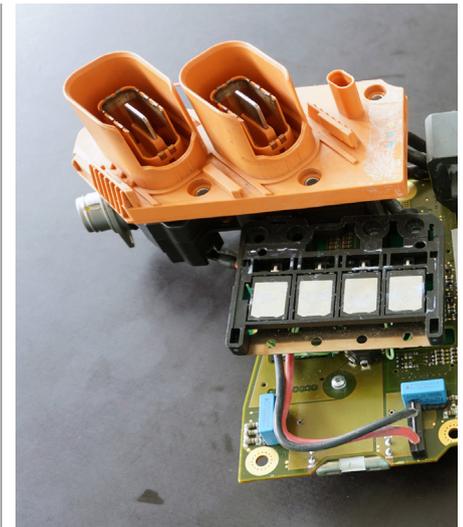
dans la gamme basse tension des voitures, dans la communication et également dans les alimentations. Les IGBT conviennent aux entraînements contrôlés dans la plage supérieure dès environ 200 V.

Nouveaux semi-conducteurs

Les conducteurs, les semi-conducteurs et les isolants diffèrent par leur structure atomique ou moléculaire. A cet égard, des « matériaux à large bande interdite » sont développés. Il s'agit notamment des semi-conducteurs en nitride de gallium (GaN) ou carbure de silicium (SiC). Ceux-ci ont des pertes de commutation plus faibles et peuvent traiter des tensions plus élevées à des températures plus élevées. Cela a permis d'augmenter la densité de puissance des commutateurs d'environ dix fois par rapport à l'IGBT.

La société allemande Vitesco a relevé une efficacité très élevée dans un système 800 V avec une MOSFET SiC. Ici aussi, la fréquence de commutation et la pente des signaux rectangulaires pourraient être améliorées d'un facteur 10 par rapport à un onduleur en Si pur. Cette efficacité plus élevée est due à la mobilité élevée des porteurs de charge dans les atomes de carbone intégrés dans l'alliage de matériaux. En raison de la résistance électrique plus faible, les pertes de chaleur sont également plus faibles et les onduleurs peuvent donc être construits de manière plus compacte.

Cela signifie qu'à l'avenir, le développement pourrait à nouveau se concentrer sur les MOSFET, cette fois en SiC.



Les 3 types de transistors sont constitués de zones conductrices N (-) et P (+) fortement dopées