

Le silicium, ça carbure

Quand le carbure de silicium (SiC) concurrence... le silicium, l'équipe de Gabriel Ferro, chercheur au LMI, se voit remettre la médaille de bronze du CNRS.



EN CLAIR

LMI : Laboratoire des Multimatériaux et Interfaces UMR UCBL-CNRS 5615

CEGELY : Centre de Génie Electrique de Lyon, UMR UCBL-INA-CEGELY-CNRS 5005

LPM : Laboratoire de Physique de la Matière, UMR INSA-CNRS 5511

LEOM : Laboratoire d'Electronique, Optoelectronique et Microsystèmes, UMR ECL-CNRS 5512

Depuis des décennies, le silicium occupe une position hégémonique dans le domaine de l'électronique. Cependant, ce matériau n'est pas le semi-conducteur universel et, pour nombre d'applications, les chercheurs se tournent vers des matériaux plus adaptés. Remplacez maintenant un atome de silicium sur deux par du carbone et vous obtiendrez le carbure de silicium (SiC).

SEMI-CONDUCTEUR DE LA PREMIERE HEURE

Ce composé est connu et utilisé depuis très longtemps dans l'industrie de découpe (en raison de sa grande dureté) ou encore des matériaux composites (pour sa résistance à l'oxydation). SiC est également un semi-conducteur, ce fut même l'un des tout premiers semi-conducteurs connus ! Ses propriétés physico-chimiques et électroniques hors du commun en font un redoutable concurrent pour son cousin le silicium, notamment pour des applications haute température, forte puissance, haute fréquence ou encore en environnement hostile. Outre les évidentes applications stratégiques (radars, capteurs de fusées/missiles, centrales nucléaires...), les circuits électroniques à base de SiC devraient peu à peu s'immiscer dans la vie de tous les jours sous forme de capteurs de température dans les moteurs de voitures ou d'avions, de limiteur de courant (domestique ou industriel) ou encore de transformateur de courant dans les centrales électriques. De manière générale, l'emploi de tels composants devrait permettre de diminuer la consommation d'énergie électrique ou fossile (carburant).

CHAUD DEVANT !

Afin d'atteindre ces objectifs, il est indispensable de savoir élaborer SiC sous forme de cristal. Cependant, en raison même de sa grande stabilité, sa croissance cristalline nécessite de travailler dans des conditions extrêmes

en température (> 1400°C pour les couches minces et > 2200°C pour le matériau massif) mais aussi en atmosphère gazeuse dangereuse (H₂/SiH₄/C₃H₈ : mélange fortement pyrophorique et explosif). Nos recherches au LMI visent à : diminuer la température d'élaboration de SiC, rendre le procédé plus sûr et moins onéreux tout en visant des propriétés bien ciblées du matériau SiC. Pour ce, l'étude du procédé VLS (Vapeur-Liquide-Solide) consiste à alimenter en propane (source de carbone) une phase liquide contenant du silicium afin de faire croître SiC.

Les résultats sont très prometteurs puisqu'en choisissant des bains Al-Si, nous avons pu déposer des couches minces monocristallines de SiC à 1100°C, soit au moins 300°C en dessous des températures utilisées avec les techniques traditionnelles. L'atmosphère utilisée est également plus sécurisante puisque l'argon remplace l'hydrogène comme gaz vecteur. Cerise sur le gâteau, l'incorporation massive d'Al dans le matériau ainsi obtenu confère au SiC des propriétés extrêmement intéressantes pour certains composants de puissance de type limiteur de courant (thyristor). Il est d'ailleurs prévu de développer ce dispositif électronique en s'appuyant sur le pôle technologique lyonnais spécialisé du matériau SiC et regroupant des laboratoires de l'Université Claude Bernard et associant car



tous les laboratoires participant à ce pôle sont des unités mixtes de recherche (LMI, CEGELY, LPM et LEOM).

GABRIEL FERRO, CHARGÉ DE RECHERCHE LABORATOIRE DES MULTIMATÉRIAUX ET INTERFACES UMR UCBL-CNRS 5615

