UN MATÉRIAU CONDUIT VERS UN FUTUR BRILLANT

Les chercheur·se·s du GEMaC montrent comment la conductivité d'un matériau de la famille des spinelles peut être contrôlée sur une très large gamme, ouvrant à des applications en électronique à ultra-haute puissance et en optoélectronique ultraviolet.

Les spinelles forment une famille de cristaux semi-conducteurs de formule générale A B2 X4, où X est le plus souvent un atome d'oxygène O. Parmi eux, le gallate de zinc (ZnGa2O4) possède une très large bande interdite (~5 eV). Cela permet d'envisager des applications dans l'optoélectronique ultraviolet lointain et l'électronique à ultra-haute puissance… à condition toutefois de savoir comprendre et contrôler sa conductivité électrique.

Les chercheur·se·s du GEMaC ont pu démontrer la très haute conductivité (3.2 ×102 . cm1) d'une couche de ZnGa2O4 de type n. Des études complémentaires pour établir l' origine de cette conductivité ont été réalisées en partenariat avec les collaborateurs de l'

université nationale de Yang Ming Chiao Tung (Taiwan), de l'ILV (institut Lavoisier de Versailles), de l'université de Da-Yeh (Taiwan), de l'ICN2 (institut catalan de Nanoscience et de Nanotechnologie, Barcelone, Espagne) et de l'entreprise Horiba. Ces travaux ont permis, pour la première fois, une compréhension fondamentale de cette haute conductivité : dans la couche de ZnGa2O4, des atomes de zinc sont fortement liés à des atomes d'oxygène, ce qui conduit à une hybridation Zn-O. En conséquence, cela génère une bande d'impuretés qui permet un transport d'électrons au moyen d'effet tunnel et de sauts électroniques.

Des techniques de mesure spectroscopiques et de transport ont également été appliquées à une couche de gallate de zinc de type p, synthétisée au GEMaC par la technique d'épitaxie en phase vapeur. Il apparaît que le type (n ou p) de la conductivité peut être bien contrôlé en ajustant les conditions de croissance (pression, débit d' oxygène, rapport cationique). La conductivité peut être ajustée dans une gamme de plus de 10 ordres de grandeur. Ce contrôle de la conductivité, requis pour la réalisation de composants, confirme clairement les atouts de ZnGa2O4 pour l'électronique de puissance et l'optoélectronique ultraviolet.

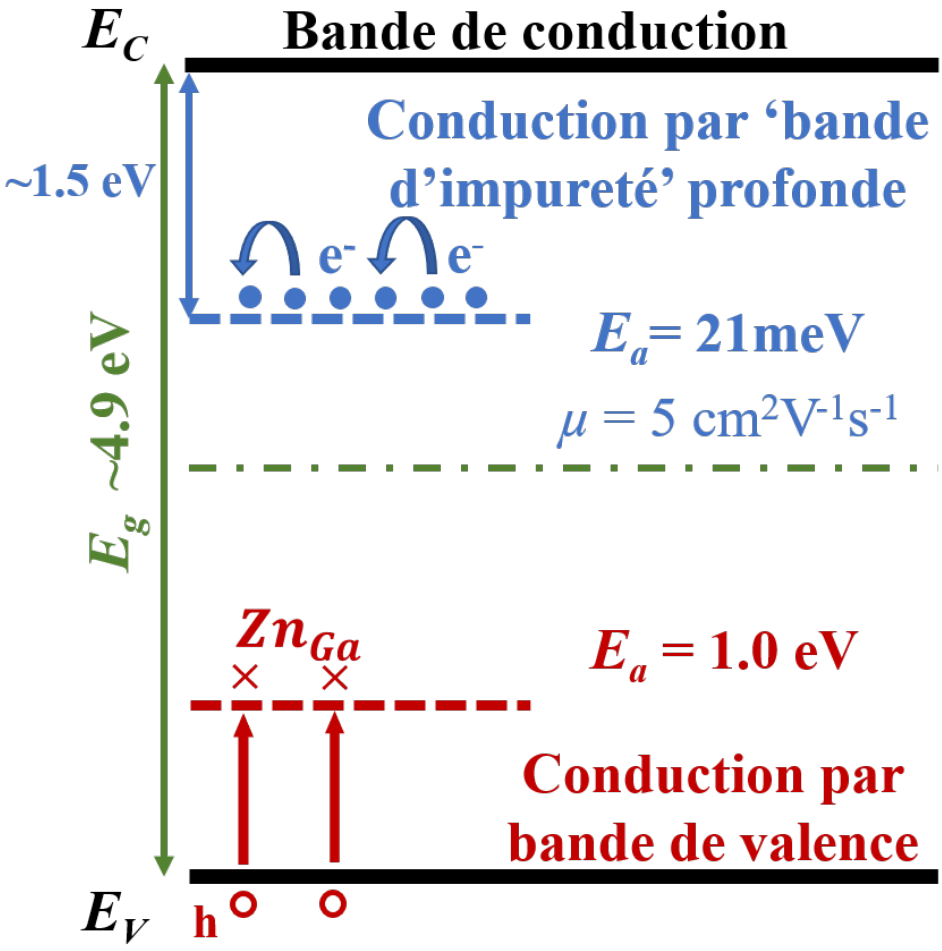


Figure : à gauche : diagramme de bandes indiquant les mécanismes de conduction de $ZnGa_2O_4$ de type n (saut à distance variable ou au voisin le plus proche) par la « bande d'impuretés » générée par l'hybridation Zn-O, et également de type p (par la bande de valence par les défauts anti-sites).
A droite : la concentration d'électron de n-$ZnGa_2O_4$ de 80 à 300 K (en haut), de p-$ZnGa_2O_4$ de 450 à 850 K (en bas) mesurée par l'effet Hall.

Reference:
Z.Chi, F.-G. Tarntair, M. Frégnaux, W.-Y. Wu, C. Sartel, I. Madaci, P. Chapon, V. Sallet, Y.Dumont, A.Pérez-Tomás, R.H. Horng, E. Chikoidze,
"Bipolar self-doping in ultra-wide bandgap spinel $ZnGa_2O_4$",
Material Today Physics **20**, 100466 (2021)

Contact:
Ekaterina Chikoidze