AXE 1 – SEMI-CONDUCTEURS

Présentation

L'axe Semi-conducteurs a pour ambition d'élaborer et d'étudier les propriétés physiques de matériaux, microstructures et nanostructures à base de semiconducteurs II-VI (en particulier ZnO, ZnS…), de diamant, et d'oxydes fonctionnels (Ga2O3, SrTiO3, LaNiO3). Nos thématiques abordent aussi la physique des défauts dans le diamant pour ses applications en électronique, et l'étude de matériaux bidimensionnels tels que le nitrure de bore hexagonal.

Dans cette perspective, nous développons les procédés et les techniques d'épitaxie et de caractérisation nécessaires à nos programmes. Nous initions des partenariats, à la fois en interne au GEMaC et avec des laboratoires extérieurs, de manière à valoriser nos matériaux et renforcer notre expertise en mesures optiques et caractérisations structurales.

Le projet scientifique de l'axe Semi-conducteurs est orienté sur les thématiques suivantes :

• Synthèse du diamant en couches minces dans le but de contrôler sa conductivité électrique. La synthèse est associé à une activité de spectroscopie optique avec des techniques dédiées à l'étude du dopage.

• Étude du nitrure de bore depuis 2006. L’intérêt de ce semiconducteur 2D pour les composants électroniques à base de graphène a émergé depuis.

• Nanostructures à base de semiconducteurs II-VI : épitaxie et mécanismes de croissance MOCVD, étude du dopage de nanofils ZnO, réalisation de nano- et hétéro-structures complexes latérales ou axiales, étude du polytypisme dans les nanofils de ZnS.

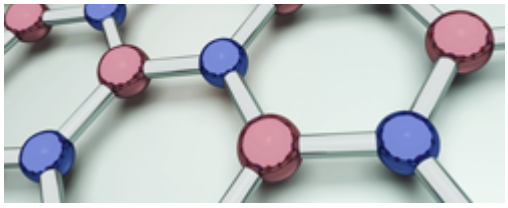
• Propriétés optiques et émission de lumière des semiconducteurs, et structures quantiques. Cette thématique aborde l'étude des défauts et impuretés dans les semiconducteurs et nanostructures, le confinement quantique, l'effet Stark confiné, et l'effet des contraintes.

• Elaboration et fonctionnalisation de films oxydes. Sont explorées les propriétés de surface et d'interface : effet de champ, transfert de charge, de polarisation électrique ou magnétique, contrainte mécanique bi-axiale, levées de dégénérescence des orbitales, réactions chimiques en phase solide. En collaboration avec l'Axe - Physique des matériaux multifonctionnels, cette thématique comprend une activité sur l'élaboration par MOCVD de films Ga_2O_3 pour l'électronique de puissance.

L'équipe participe à l’animation de la communauté scientifique autour de ses thématiques : GDR MATEPI, GDR MEETICC, communauté Nanofils semiconducteurs. Nous intervenons dans la formation de stagiaires de L3 à Master 2, de doctorants, et dans les filières d'enseignement.







Diamant

Surtout connu pour son éclat comme pierre précieuse, le diamant est aussi un semiconducteur qui réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques. Lorsqu'il est pur, le diamant reste isolant électrique à très haute température du fait de sa bande interdite très large (5.47 eV). Il dissipe très bien la chaleur grâce à une conductivité thermique exceptionnelle (5 fois celle du cuivre) et supporte les très hautes tensions (champ de claquage >10 MV/cm). A cela s'ajoutent des porteurs de charge de haute mobilité (> 3000 cm^2/Vs pour les électrons et les trous). Ces atouts font que le diamant est actuellement considéré comme le semiconducteur ultime pour l'électronique de puissance.

Plusieurs obstacles restent pourtant à franchir pour exploiter toutes les potentialités du diamant en électronique. La maîtrise de la conductivité électrique par l'ajout d'impuretés (dopage) est un verrou majeur du développement de l'électronique en diamant. La fabrication de couches minces de diamant sur de grandes surfaces en est un autre.

L'axe Semi-conducteurs travaille à lever ces verrous « matériau » avec des recherches centrées sur la physique des défauts et impuretés. La thématique principale de l'équipe porte sur le dopage de type n, avec la fabrication et l'étude des propriétés physiques des couches minces de diamant dopé au phosphore.