VERS UNE FLUORESCENCE DE NANOCRISTAUX EFFICACE À 100%

Des physiciens ont synthétisé pour la première fois des nanocristaux semiconducteurs fluorescents d'un rendement de 100% à température cryogénique. Dans ces cristaux, la «recombinaison Auger» des électrons, qui est le mécanisme principal de pertes, est totalement inhibé.

Mars 2013

Des physiciens ont synthétisé pour la première fois des nanocristaux semiconducteurs fluorescents d'un rendement de 100 % à température cryogénique. Dans ces cristaux, la «recombinaison Auger» des électrons, qui est le mécanisme principal de pertes, est totalement inhibé.

Maintenant que l'on sait synthétiser des nanocristaux semiconducteurs qui ne scintillent presque plus, le seul obstacle à la généralisation de leur utilisation dans les domaines de

l’optoélectronique, de la biologie ou de l’optique quantique est l’absorption résiduelle de lumière, responsable de leur échauffement. Le mécanisme principal à l’origine de ces pertes est la recombinaison non radiative par effet Auger : au lieu de réémettre un photon, une paire électron-trou excitée cède son énergie à une troisième charge électrique présente dans le matériau. Deux équipes du Groupe d’Étude de la Matière Condensée – GEMaC (CNRS / UVSQ) et du Laboratoire de Physique et d’Étude des Matériaux – LPEM (CNRS / ESPCI / UPMC), en collaboration avec une équipe allemande et des chercheurs travaillant aux États-Unis et en Russie, sont parvenues à montrer que l’effet Auger peut être supprimé à des températures cryogéniques lorsque la troisième charge électrique est maintenue localisée en surface de la nanoparticule. Ceci à cause d’un décalage important entre l’énergie des bandes de conduction du cœur et de la coque de la nanosphère. Ce travail fait l’objet d’une publication dans la revue Nature Nanotechnology (février 2013).

Dans ce travail, les physiciens ont étudié des nanocristaux dont le cœur sphérique, d’un rayon de 1,5 nm ou 2,5 nm, est constitué de CdSe, et la coque, épaisse de 6 nm ou 10 nm, de CdS. A température ambiante, ces nanocristaux oscillent entre un état neutre et un état chargé. En revanche, en dessous de 200 K, ces cristaux acquièrent de manière permanente une charge négative et lorsque l’on abaisse la température, leur rendement quantique augmente continûment pour atteindre 100 % à 30 K. Des expériences de spectroscopie sous champ magnétique ainsi que des expériences en régime de comptage de photons ont établi que ces phénomènes étaient reliés à une activation thermique de l’effet Auger autour de 200 K. Cette dépendance en température provient d’ un changement de localisation des porteurs de charge dans la structure. À partir d’une certaine température, les électrons ne sont plus seulement localisés dans le cœur de CdSe mais atteignent la surface du nanocristal. Dans ce cas, les processus Auger sont accélérés par la raideur du potentiel de confinement de l’électron et s’avèrent particulièrement rapides. Ces résultats montrent les voies possibles à suivre pour concevoir des nanocristaux au rendement quantique parfait à 300 K. La raideur du potentiel de confinement des porteurs est un paramètre crucial. La prochaine étape consistera à ajuster la structure de la coque et sa composition pour augmenter la température à partir de laquelle l’effet Auger s’active.

Lien vers le PDF des actualités scientifiques de l'INP