IRAMIS

Brèves de l'IRAMIS

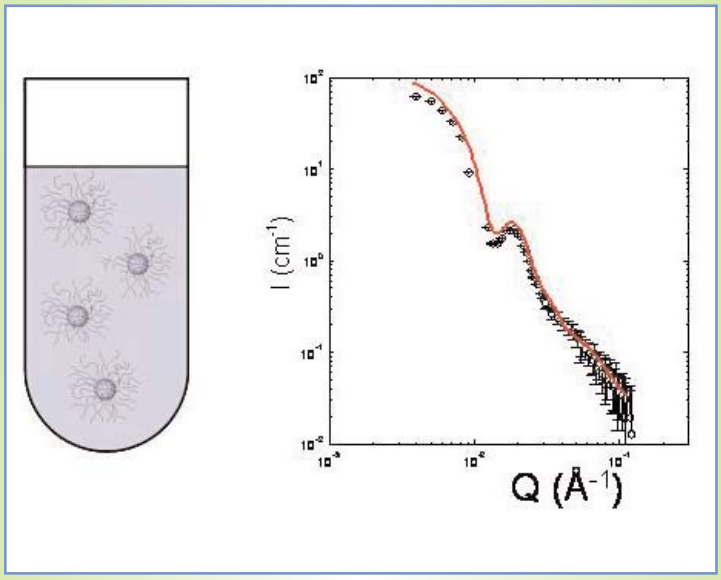
Institut Rayonnement Matière de Saclay

numéro 179 juin 2009

Nanoparticules parfaitement immergées dans un polymère

Contrôler la dispersion de nanoparticules dans une matrice de polymères est un enjeu primordial pour maîtriser les propriétés des nano-composites obtenues. Une solution consiste à greffer des chaînes de polymères sur la surface des nanoparticules afin de faciliter leur inclusion dans une matrice du même polymère. Nous avons développé une méthode efficace et facile à mettre en œuvre de " grafting from " pour contrôler le greffage de polystyrène sur des particules de silice. La méthode repose sur l'utilisation d'une polymérisation radicalaire contrôlée (Polymérisation aux Nitroxydes). Elle consiste à greffer de façon covalente sur la surface de la silice une alcoxyamine qui agit comme initiateur et agent de contrôle de la réaction, puis à polymériser de façon contrôlée à partir de cette surface. Les paramètres de synthèse ont été optimisés en termes de densité de greffage, de taux de conversion et de reproductibilité de la réaction tout en contrôlant la stabilité colloïdale pour éviter l'agrégation des particules pendant la synthèse. Les particules finales, greffées avec des chaînes de polymère hydrogénées ou deutérées, ont été caractérisées par Diffusion de Neutrons aux Petits Angles (DNPA) en utilisant la méthode de variation de contraste. Une analyse basée sur la comparaison de deux modèles d'ajustement, un modèle de type cœur-couronne et un modèle de chaîne Gaussienne a permis de modéliser avec précision les courbes expérimentales de DNPA et d'extraire les caractéristiques des particules : taille des particules, taille, nombre et forme des chaînes greffées sur particules.

C. Chevigny 66 39
J. Jestin 67 73



Spectre de DNPA permettant la caractérisation de la couronne de polymère greffée ; les conditions choisies induisent l'absence de contribution de la silice.

Double éclairage sur le mystère des terres rares dans les semi-conducteurs à grand gap

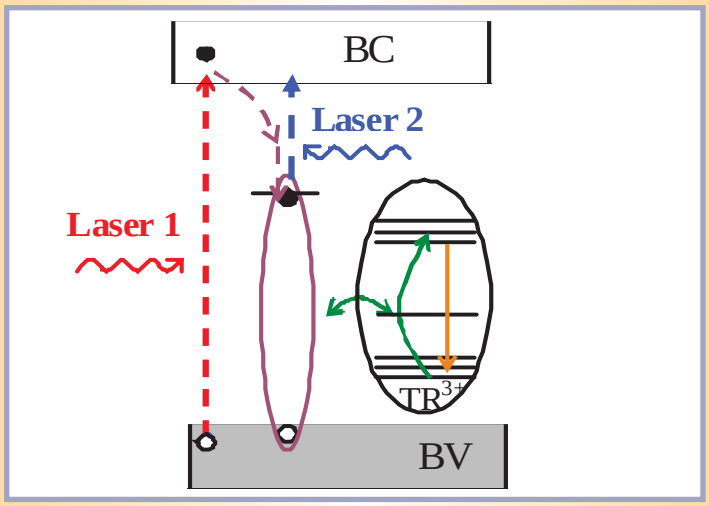
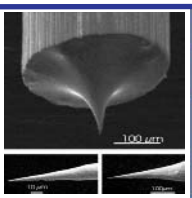
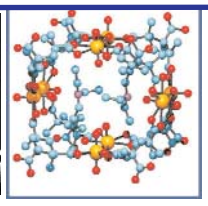
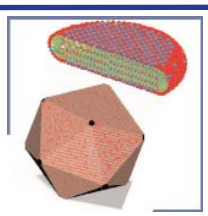


Schéma d'excitation électronique de GaN dopé par des Terres Rares trivalentes. BV (bande de valence) BC (bande de conduction)

La combinaison de semi-conducteurs à grande bande interdite tels que GaN, avec des terres rares trivalentes (Er^{3+}, Tm^{3+}, Eu^{3+},...) ouvre la possibilité de coupler l'excitation électrique du semi-conducteur aux excellentes propriétés optiques des terres rares. C'est de ce fait une piste très prometteuse pour réaliser des dispositifs électroluminescents émettant depuis le domaine ultraviolet jusqu'au proche infrarouge. S'il est généralement admis que l'énergie permettant l'excitation des terres rares provient d'excitations localisées dans le semi-conducteur, les mécanismes exacts restaient méconnus car ces excitations localisées sont transitoires et elles n'induisent aucune luminescence : il est donc difficile de les observer.

Pour caractériser les excitations localisées dans le semi-conducteur avant qu'elles ne transfèrent leur énergie aux terres rares avoisinantes (flèches vertes), nous avons développé une expérience originale combinant deux lasers.

Le laser 1 permet d'exciter un électron vers la bande de conduction, cet électron étant ensuite capturé par un niveau piège (flèche violette).

Le laser 2 permet de faire disparaître cet état excité localisé, ce qui se traduit par l'extinction de la luminescence des terres rares (flèche orange). Cette expérience met ainsi en évidence le rôle des niveaux pièges dans les processus d'excitation des terres rares ; elle ouvre aussi la voie à la mesure de la dynamique des processus de couplage entre ces différents niveaux. Elle sera appliquée à l'étude de différents semi-conducteurs dopés terres rares, en particulier au silicium nanocristallin.

A. Braud
02 31 45 25 60