

Ecole Doctorale de Génie Electrique, Electronique, Télécommunications

Avis de soutenance de thèse

Structures d'accueil pour composants de l'électronique moléculaire

Présentée par Olivier Cacciolati

Le mercredi 2 février à 10h30

Au Centre d'Elaboration des Matériaux et d'Etudes Structurales de Toulouse
29, rue Jeanne Marvig, BP 94347 31055 Toulouse Cedex 4 France
(Salle de conférence)

Résumé : Depuis l'invention du circuit intégré (1958), la miniaturisation des composants électroniques tel que le transistor a constitué un des défis permanents de l'industrie électronique. Une des limitations principales de cette démarche est la question de l'existence de l'effet transistor lorsque la distance source-drain des composants atteint quelques nanomètres. La caractérisation expérimentale des effets de petite taille sur les transistors à l'état solide reste ouverte et requiert la fabrication de réseaux d'électrodes séparées de quelques nanomètres. Par ailleurs, une voie à la technologie transistor MOS a été ouverte par Aviram et Ratner (1974) qui suggéraient d'utiliser une molécule comme élément actif d'un composant électronique avec comme perspective la miniaturisation ultime du composant électronique. L'étude de ce concept requiert, lui aussi, la fabrication de nanojonctions afin de contacter une seule molécule. C'est dans ce cadre double que nous décrivons l'état de l'art sur la compréhension des phénomènes induits par la réduction en taille. Nous montrons comment nous avons mis au point la fabrication de nanoélectrodes enterrées, affleurantes séparées de cinq à quarante nanomètres. Pour cela, un protocole de lithographie à haute résolution utilisant un microscope électronique à 200 kV et à émission de champ a été développé et des structures ont été produites en grand nombre. La réduction de la distance séparant la source du drain est examinée en détail du point de vue statistique et topographique. Notre approche est ensuite validée en produisant des composants hybrides, par traitement de la surface des nanojonctions grâce à un dépôt sélectif de nanotubes de carbone entre la source et le drain et en mesurant leurs caractéristiques électriques. Dans une deuxième partie, nous avons abordé la réalisation expérimentale d'un des aspects du concept d'électronique mono-moléculaire envisagée par Carter (1984) et qui consiste à intégrer une fonction électronique complexe dans une molécule unique. Une réflexion basée sur la relation existant entre le diamètre d'une molécule réalisant cette fonction complexe, la nature et le nombre d'interconnexions métalliques nécessaires nous a amené à concevoir des nanostructures métalliques d'accueil à plusieurs électrodes. Les différentes stratégies permettant la fabrication de ces nanostructures sont ensuite détaillées pour N électrodes ($3 < N < 20$). La réalisation correspondant au composant mono-moléculaire le plus complexe envisagé au cours de ce travail comprend 20 électrodes régulièrement espacées à la périphérie d'un disque central de 200 nm de diamètre. Le procédé de fabrication des électrodes est détaillé dans le chapitre final.

Mots Clés : Electronique Moléculaire, Composants électroniques à nanotubes de carbone, Nanolithographie électronique, Nanojonctions planaires.

Jury

Rapporteurs

Mr D. Mailly
Mr D. Vuillaume

Examineurs

Mr J.M. Broto
Mr F. Carcenac

Invité

Mr C. Joachim

Directeur de thèse
Co-directeur

Mr J.P. Martinez
Mr E. Dujardin