

Avis de Soutenance

Sylvan BROCARD

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Simulation full-band du transport quantique dans les nanocomposants avancés

Soutenance prévue le **lundi 20 octobre 2014** à 10H

Grenoble INP - Phelma 3 Parvis Louis Néel - CS 50257 - 38016 Grenoble Cedex 01 salle Amphithéâtre M001

Composition du jury proposé

M. Marco PALA	CNRS	Directeur de thèse
M. Francis BALESTRA	CNRS	Examineur
M. Giuseppe IANNA CONNE	Université de Pise	Rapporteur
M. Marc BESCOND	CNRS	Rapporteur
M. Denis RIDEAU	STMicroelectronics	

Mots-clés : nanocomposants, transport quantique, simulation,

Résumé :

L'industrie du semiconducteur, dans son effort visant à réduire la taille des nanocomposants, éprouve le besoin de prédire les propriétés physiques des composants futures. Alors que la taille de tels composants se réduit, les modèles semi-classiques en vigueur perdent de leur validité, puisque des effets quantiques, qui sont d'ordinaire invisibles dans des dispositifs en silicium plus grands, prévalent dans des dispositifs plus petits ou à base de matériaux semiconducteurs III-V. Par conséquent, les outils de simulation et de modélisation devraient décrire adéquatement les options technologiques en faveur qui sont aujourd'hui étudiées. Par conséquent, des simulations quantiques sont nécessaires au développement de transistors à effet de champ modernes. Le but de cette thèse de doctorat est de développer les outils appropriés à ces simulations et les utiliser pour étudier certaines des options de conception les plus importantes dans la technologie du transistor. C'est pourquoi nous avons utilisé le formalisme des fonctions de Green hors équilibre pour simuler le transport des porteurs de charge and étudier les transistors à effet de champ. Les structures de bande des semiconducteurs ont été calculées dans le cadre du formalisme k.p, mais nous avons aussi développé une méthode par pseudopotentiel atomique effectif pour effectuer des simulations pleine bande avec une variété d'ingrédients comme une orientation cristalline arbitraire, de la rugosité de surface, une composition d'alliage arbitraire dans le canal du transistor, et ainsi de suite. Cette méthode par pseudopotentiel donne des résultats précis pour un large ensemble de configurations avec un effort de paramétrage inférieur au formalisme k.p. Nous avons utilisé ces outils de simulation pour évaluer les propriétés de transport de FinFETs à base de silicium et d'InAs, en nous concentrant sur l'adaptabilité de la tension d'alimentation de dispositifs à base de III-V comparés à leurs équivalents en silicium. En particulier, nous discutons de la faisabilité de l'obtention d'un fort courant on dans les dispositifs III-V. Ensuite, nous appliquons ce formalisme à des nanofils gate-all-around (GAA) tunnel-FETs (TFETs) à base de III-V. Les tunnel-FETs sont une architecture prometteuse pour les transistors futurs, qui rencontre des problématiques d'optimisation et de performance. Nous avons pour but de faire une évaluation de l'effet de boosters technologiques sur les performances des TFETs, en particulier l'utilisation de contraintes mécaniques, et d'une hétérojonction III-V. Nous avons montré que ces boosters permettent aux TFETs de surpasser en théorie la technologie MOSFET standard, mais que la contrainte induit des effets indésirables. Pour concevoir des TFETs à haute performance sans l'utilisation de la contrainte, nous avons enfin introduit un choix de conception qui exploite une gradation de la fraction molaire d'un alliage ternaire, ou alternativement un puits quantique dans la source. Ces configurations augmentent de manière dramatique la densité d'états dans le TFET à la jonction source/canal et sont donc capable d'améliorer les performances électriques des TFETs par rapport aux MOSFET conventionnels.