

Sujet de thèse

Réalisation et optimisation de synapses à base d'isolant de Mott

Contexte

Depuis un demi-siècle, la révolution des technologies de l'information est étroitement associée au développement de l'informatique. Cependant, tous les ordinateurs sont construits selon une architecture dite de Von Neumann, où les processeurs et la mémoire sont des blocs séparés. Il en résulte une forte consommation d'énergie pour le traitement de données massives. Les chercheurs travaillent sur des architectures alternatives pour développer une intelligence artificielle plus économe en énergie. La plus prometteuse est basée sur le cerveau des mammifères, qui peut être 10 000 fois plus économe en énergie que les ordinateurs actuels. Actuellement, une concurrence internationale intense se développe pour réaliser des réseaux de neurones artificiels matériels utilisant des synapses et des neurones fabriqués à partir de matériaux innovants. Dans ce contexte, une équipe de chercheurs de l'IMN a découvert une nouvelle propriété des isolants de Mott. Cette propriété permet de réaliser un nouveau type de mémoires multi-niveaux non volatiles (semblables aux synapses artificielles) et un neurone artificiel de type Leaky-Integrate-and-Fire (LIF) avec ces matériaux. L'équipe de l'IMN a obtenu très récemment un financement régional conséquent permettant de financer des thèses et des Post-Docs pour créer le premier démonstrateur de réseau de neurones à base d'isolants de Mott. Ce projet vise à jeter les bases d'une intelligence artificielle économe en énergie utilisant ces matériaux innovants.

Objectifs de la thèse

La thèse portera sur une partie importante de ce projet. L'objectif principal est de réaliser des dispositifs synaptiques artificiels basés sur des isolants de Mott et de contrôler leur résistance multi-niveaux de manière reproductible. La thèse sera composée de trois parties. 1) Influence des paramètres de dépôt sur la résistance multi-niveaux : l'étudiant(e) déposera des couches minces par pulvérisation magnétron réactive et les caractérisera par transport électrique, SEM, TEM, Raman, AFM et DRX... 2) Caractérisations électriques des dispositifs : l'étudiant(e) devra définir la séquence d'impulsions la plus appropriée pour le contrôle réversible et reproductible d'un continuum d'états résistifs et caractériser le comportement STDP (spike timing dependent plasticity). Ces tests seront réalisés sur les équipements existants de l'IMN et sur une station de tests spécifique acquise dans le cadre du projet. 3) Conception d'intégration : L'étudiant(e) optimisera la conception de la synapse artificielle, en vue de son intégration dans le réseau neuronal final. Les étapes de micro/nano-fabrication seront réalisées par un centre technologique national externe (Réseau Renatech).

Profil du candidat / de la candidate

Le candidat / la candidate doit être diplômé(e) d'une école d'ingénieur et/ou titulaire d'un Master 2 Recherche dont la formation porte principalement sur la physique du solide, la science des matériaux, la chimie, la nano/micro-électronique ou des domaines connexes. Le sujet de thèse nécessite une part importante de travail expérimental et un bon niveau scientifique en physique du solide, physico-chimie et techniques de caractérisation. Nous recherchons un étudiant très motivé avec un fort intérêt pour la science des matériaux. Des qualités relationnelles, du dynamisme, de la rigueur et des capacités à travailler en équipe aussi bien qu'en autonomie seront appréciés. Les candidats(es) doivent parler couramment l'anglais et/ou le français. De plus, un anglais bien écrit sera très apprécié. Une première expérience de stage dans la recherche en sciences des matériaux et/ou en caractérisations électriques est attendue.

Environnement scientifique

Le candidat / la candidate travaillera principalement l'institut des matériaux de Nantes Jean Rouxel (l'IMN). Des équipements de dépôt et de recuit sont disponibles à l'IMN, ainsi que de nombreuses techniques de caractérisation (DRX, MEB, HR-TEM, XPS, mesures électriques au niveau de la puce unique).

Salaire

Le salaire net sera d'environ 1555€ par mois.

Mots-Clés

Physique du solide, Science des matériaux, Intelligence artificielle, Réseau de neurones artificiels.

Directeur de these : Benoit CORRAZE (IMN-PMN)

benoit.corraze@cirs-imn.fr

Co-encadrant : Julien TRANCHANT, Laurent Cario (IMN-PMN)