

DÉVELOPPEMENT ET CARACTÉRISATION DE MATÉRIAUX SUPRACONDUCTEURS POUR LA RÉALISATION DE SYSTÈMES QUANTIQUES À GRANDE ÉCHELLE

Description: Dans le cadre d'un programme de recherche dont le but est de tirer parti de la grande maturité des technologies de micro-nano-fabrication sur silicium pour développer des calculateurs quantiques à grande échelle, il est au préalable nécessaire d'étudier la faisabilité de fabriquer de manière reproductible des bits quantiques (qubits) et leur circuit de lecture associé.

La thèse proposée porte sur le dépôt et la caractérisation avancée des matériaux supraconducteurs utilisés dans ces circuits quantiques et notamment sur l'étude des liens existants entre les mécanismes de croissance des matériaux et leurs propriétés supraconductrices ainsi que sur l'étude des sources de perte de cohérence des dispositifs quantiques résultantes de ces propriétés.

Les dépôts et la caractérisation seront effectués dans les locaux à l'état de l'art de l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT), à l'aide notamment d'équipements tels que la pulvérisation cathodique (PVD), l'évaporation thermique, de la microscopie par force atomique, de la microscopie électronique, de la diffraction aux rayons-X ou encore de la photo-spectroscopie. Par la suite, les mesures électriques en environnement cryogénique seront réalisées à l'Institut Quantique (IQ) et porteront sur l'étude des performances globales des matériaux développés, des outils spécifiques pour la caractérisation des pertes devront éventuellement être développés. Ce travail impliquera notamment (i) une compréhension profonde des mécanismes de croissances et des caractéristiques gouvernant les propriétés des matériaux supraconducteurs tels que le TiN, le Nb ou le NbN ; (ii) la mesure des différentes propriétés physiques et chimiques de ces matériaux, (iii) l'analyse des données récoltées et leur interprétation physique; (iv) des interactions avec les étudiants et les chercheurs du 3IT et de l'IQ en charge de la fabrication et de l'étude des circuits quantiques sur silicium.

Encadrement & environnement de travail : Cette thèse sera réalisée sous la co-direction du Pr. Sylvain Nicolay (3IT) et du Pr. Michel Pioro-Ladrière (IQ). Le 3IT est un institut unique au Canada, spécialisé dans la recherche et le développement de technologies innovantes pour l'énergie, l'électronique, la robotique et la santé. L'IQ est un institut de pointe ayant pour mission d'inventer les technologies quantiques de demain et de les transférer en milieu industriel. L'étudiant(e) bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche exceptionnel alliant étudiants, professionnels, professeurs et industriels travaillant main dans la main au développement des technologies du futur.

Exigences particulières : Le candidat recherché doit avoir un dossier académique de qualité (moyenne supérieure à 3.0), des aptitudes pour la physique appliquée, le travail manuel en laboratoire, l'analyse de données, une forte capacité d'adaptation et un goût pour la recherche et développement (R&D).

Documents exigés pour postuler : Lettre de motivation, CV, relevés de notes des 2 dernières années

Chercheurs principaux : Sylvain Nicolay

Contact : Sylvain.Nicolay@USherbrooke.ca

Date de début: Hiver 2022

Durée prévue : 3 ans

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SUPERCONDUCTIVE MATERIALS FOR THE REALIZATION OF LARGE-SCALE QUANTUM SYSTEMS

Description: As part of a research program whose goal is to take advantage of the great maturity of micro-nano-fabrication technologies on silicon to develop large-scale quantum computers, it is first necessary to study the feasibility of reproducibly manufacturing quantum bits (qubits) and their associated reading circuit.

The proposed thesis focuses on the deposition and advanced characterization of superconducting materials used in these quantum circuits and on the study of the existing links between the mechanisms of growth of materials and their superconducting properties as well as on the study of the sources of loss of coherence of quantum devices resulting from these properties.

Material deposition and characterization will be carried out in the state-of-the-art premises of the Interdisciplinary Institute of Technological Innovation (3IT), using equipment such as sputtering, thermal evaporation, atomic force microscopy, electron microscopy, X-ray diffraction or photo-spectroscopy. Subsequently, electrical measurements in cryogenic environments will be carried out at the Institut Quantique (IQ) and will focus on the study of the overall performance of the materials developed, specific tools for the characterization of losses will eventually have to be developed. This work will involve in particular *(i)* a deep understanding of the growth mechanisms and characteristics governing the properties of superconducting materials such as TiN, Nb or NbN; *(ii)* the measurement of the different physical and chemical properties of these materials, *(iii)* the analysis of the data collected and their physical interpretation; *(iv)* interactions with students and researchers of 3IT and IQ in charge of the manufacture and study of quantum circuits on silicon.

Work environment: This internship will be conducted under the co-supervision of Pr. Sylvain Nicolay (3IT) and Pr. Michel Pioro-Ladrière (IQ). 3IT is a unique institute in Canada, specializing in the research and development of innovative technologies for energy, electronics, robotics and health. The IQ is a state-of-the-art institute whose mission is to invent the quantum technologies of tomorrow and transfer them to an industrial environment. The student will thus benefit from an exceptional research environment that combines students, professionals, professors and industrialists working together to develop the technologies of the future.

Specific requirements: The candidate must have a good academic record (average above 3.0), aptitude for applied physics, manual laboratory work, data analysis, strong adaptability and a taste for research and development (R&D).

Documents required to apply: Cover letter, CV, transcripts of the last 2 years

Principal Investigators: Sylvain Nicolay

Contact: Sylvain.Nicolay@USherbrooke.ca

Start date: winter 2022

Planned duration: 3 years