

Synthèse de nanofils de silicium en masse pour stockage d'énergie

Contact : Pascale CHENEVIER DRF//INAC/SYMMES/STEP Pascale.CHENEVIER@cea.fr 04 38 78 07 21

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

SYMMES a récemment breveté un nouveau procédé de synthèse de nanofils de silicium (SiNWs) permettant une mise à l'échelle industrielle. Pour accompagner l'optimisation du procédé menée par une start-up associée au laboratoire, nous cherchons à comprendre dans le détail les différents modes de réactivité chimique en jeu dans la réaction, afin de réduire les réactions parasites et de mieux contrôler les taille et cristallinité des SiNWs. L'étudiant(e) examinera précisément la réactivité organique du silicium en faisant varier les conditions expérimentales, et ses conséquences sur la nanostructure des SiNWs et leurs performances en batterie, en se basant sur une utilisation extensive de la microscopie électronique et de plusieurs spectroscopies croisées.

Sujet détaillé :

Les batteries lithium-ion sont aujourd'hui limitées dans leur capacité de stockage par l'absorption de lithium dans les matériaux d'électrodes. A l'anode, le silicium est un matériau prometteur pour remplacer le graphite actuellement utilisé dans les batteries commerciales, car il peut absorber jusqu'à 10 fois plus de lithium. Cette absorption massive de lithium pendant la lithiation provoque un gonflement du cristal de silicium et des contraintes mécaniques très fortes menant à la pulvérisation du silicium s'il n'est pas déjà sous forme nanostructurée : seuls les nanoparticules et nanofils de silicium maintiennent l'intégrité de leur structure même après des centaines de cycles. Les nanofils (SiNWs) sont particulièrement intéressants car ils forment à eux seuls des réseaux cohésifs et conducteurs dans l'électrode.

Notre laboratoire développe une nouvelle synthèse de SiNWs en poudre, proche de la croissance CVD de film mince de SiNWs, mais basé sur une approche de chimiste visant un haut rendement. Cette découverte a donné lieu à la création d'une start-up pour le développement industriel du procédé. Dans la recherche d'une optimisation, nous étudions en détail les réactions chimiques dans le réacteur pour mieux contrôler la structure, la conductivité et la durée de vie en batterie du matériau.

Le stage sera focalisé sur un aller-retour entre synthèses en réacteur dans des conditions variées et analyses par microscopies, spectroscopies (XPS, EDX, Raman, UV, IR, NMR) et électrochimie des SiNWs et sous-produits. Le/la stagiaire devra faire preuve de créativité et d'une bonne capacité à croiser les informations provenant de différentes analyses.