

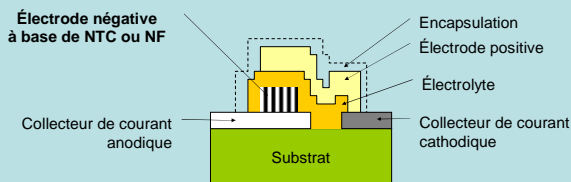
L. LE VAN-JODIN^a, C-S. COJOCARU^b, J-P. PEREIRA-RAMOS^c, B. LAIK^c, D. UNG^c, P. BOUILLON^d, J-C. FOURRIER^e

DESCRIPTION DU PROJET

OBJECTIFS : Concevoir et Réaliser une électrode négative nanostructurée à base de matériau d'insertion du Lithium (Li) _ nanotubes de carbone (NTC) ou nanofils de silicium (NF) _ intégrable dans une architecture microbatterie (énergie embarquée). Une structure « poreuse » à base de NTC ou NF devrait permettre une forte insertion de Li à volume constant.

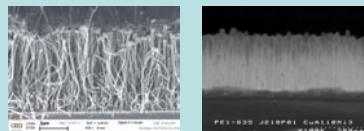
Caractérisation morphologique et électrochimique de l'électrode nanostructurée puis de la microbatterie.

Architecture d'une micro batterie à base de NTC ou NF

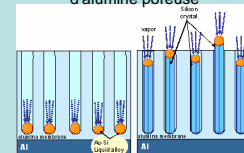


Les technologies d'intérêt

Réseaux de nanotubes de carbone verticaux obtenus par CVD (Image gauche) et PECVD (image droite) à partir d'un catalyseur Nickel directement déposé sur un support



Réseau de nanofils de silicium obtenus par un mode VLS (Vapeur Liquide Solide) à partir d'un catalyseur d'or organisé dans un réseau d'alumine poreuse

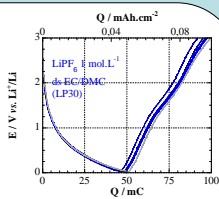


RESULTATS MARQUANTS (2009)

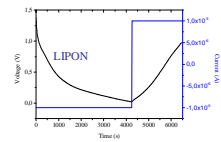
Microbatteries à base de nanotubes de carbone CNT

Cyclage CNT / électrolyte / Li

électrolyte liquide
capacité
5 $\mu\text{Ah.cm}^{-2}$



électrolyte solide
capacité
6 $\mu\text{Ah.cm}^{-2}$



microbatteries à base de CNT sur Wafer 150 mm (1^{ère} étape)

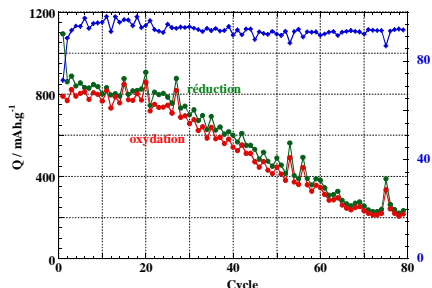
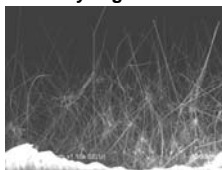


Caractérisation électrochimique des nanofils de silicium SiNF

Cyclage SiNF / électrolyte liquide (LiClO_4 1 mol.L⁻¹ dans PC) / Li

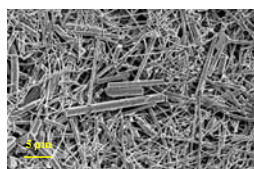
Cyclage entre 0.02 et 3V à 345 $\mu\text{A.cm}^{-2}$

avant cyclage



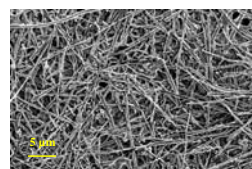
après le 1^{er} cycle

- conservation de la structure des fils
- contact fil / substrat douteux : une partie du silicium ne participe pas aux échanges électroniques



après le 85^e cycle

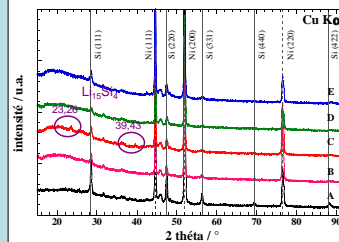
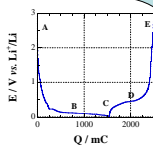
- conservation de la structure des fils
- structure moins nette qui laisse penser à la formation d'une SEI ?



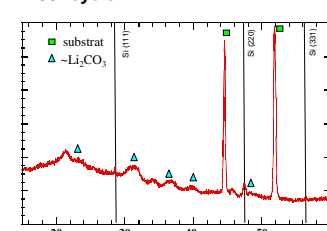
- capacité surfacique importante (2400 $\mu\text{Ah/cm}^2$)
- stabilité sur une vingtaine de cycles

1^{er} cycle

- pendant tout le cycle, conservation de c-Si MAIS diminution intensité pics
- pendant décharge, aucun composé cristallin n'est formé avant d'atteindre E < 50mV

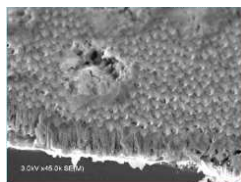


100^e cycle

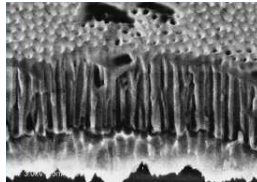


- amorphisation du silicium au cours des cyclages à l'origine de la perte de capacité ?

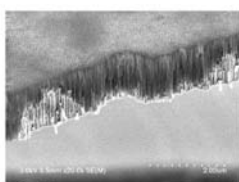
Croissance de nanofils de silicium SiNF avec template d'alumine : anodisation



AlCu (wafer 150 mm)



Al (wafer 150 mm)



Dépôt de catalyseur Cu

CONCLUSION

La technologie basée sur les NTC est arrivée à maturité et a permis de réaliser des microbatteries tout solide sur wafer 150 mm. Les capacités obtenues sont très faibles car il n'est pas possible de déposer assez de matière. La technologie SiNF testée en électrolyte liquide fait ressortir de très bonnes capacités. Une meilleure tenue en cyclage est accessible en modifiant les bornes de cyclage ou en passant à la technologie tout solide. La croissance des SiNF dans les templates d'alumine est délicate mais de grands progrès ont été réalisés ces derniers mois.

CONTACT : L. LE VAN-JODIN (Coordinatrice du projet NANOBAT2)

lucie.levan-jodin@cea.fr