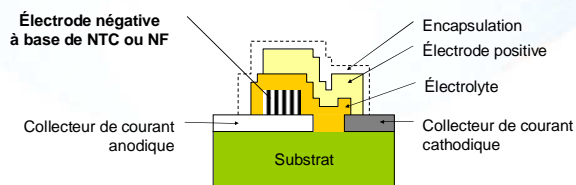


DESCRIPTION DU PROJET

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.

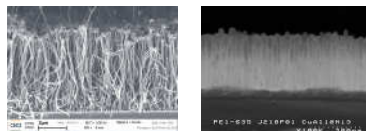
Caractérisation morphologique et électrochimique de l'électrode nanostructurée puis de la microbatterie.

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

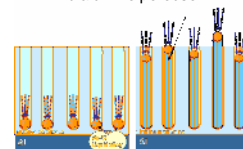


Les technologies d'intérêt

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



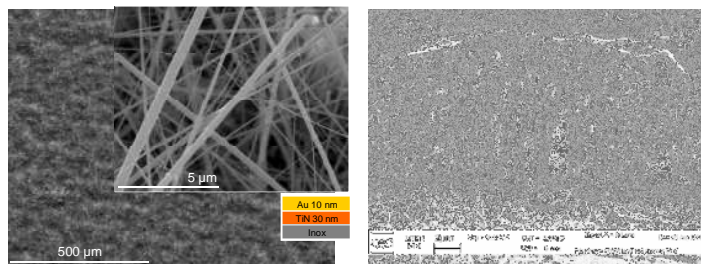
Réseau de nanofils de silicium obtenus par un mode VLS (Vapeur Liquide Solide) à partir d'un catalyseur d'or organisé dans un réseau d'alumine poreuse



RESULTATS MARQUANTS (janv.- sept. 07)

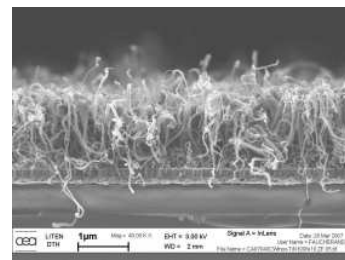
Technologie des NTC et des NF

NFSi et NTC sur substrat métallique



Tapis de nanofils de Si à partir d'un catalyseur d'Or (LPICM _ image gauche) et de Nanotubes de Carbone à partir de catalyseur de Ni (CEALiten _ Image droite). Les catalyseurs sont déposés sur une couche barrière de diffusion en TiN sur feuillard métallique en acier inoxydable.

NTC sur substrat silicium

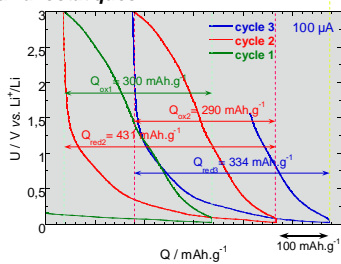
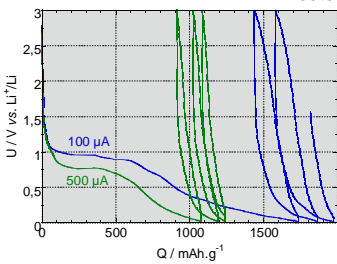


Tapis de Nanotubes de Carbone à partir de catalyseur de Ni sur une couche barrière de diffusion en TiN sur silicium (CEALiten).

Croissance de Nanofils de Silicium par VLS et de Nanotubes de Carbone par CVD

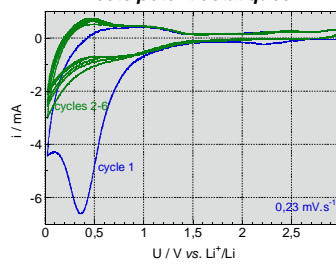
Caractérisation électrochimique de NTC

Tests galvanostatiques



Cellule à deux électrodes de type Li / LP30 / composite NTC-PTFE (90-10)

Tests potentiostatiques



Etude préliminaire sur électrode composite

Résultats en accord avec la littérature [1-4] :

- capacité élevée lors de la 1^{ère} décharge (>1000mAh.g⁻¹)
- plateau vers 0,8-1V de plusieurs centaines de mAh.g⁻¹ : formation de la SEI
- mauvais rendement au 1^{er} cycle : processus de formation de la SEI irréversible

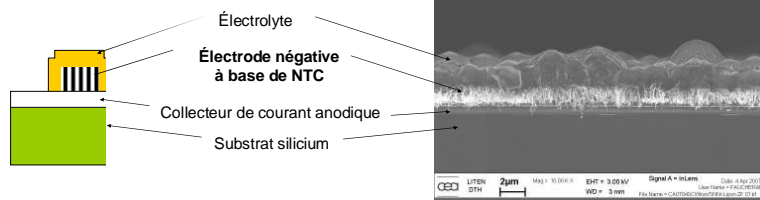
- après le 1^{er} cycle, pas de plateau caractéristique de l'insertion du lithium comme avec le graphite et hystérésis importante : typique des NTC
- capacité en réduction >300 mAh.g⁻¹

- 1^{er} cycle très différent des suivants : formation de la SEI

[1] E. Frackowiak et al., *Carbon* **40** (2002) 1775
 [2] G.T. Wu et al., *Journal of the Electrochemical Society* **146**(5) (1999) 1696
 [3] A.S. Clays et al., *Journal of the Electrochemical Society* **147**(8) (2000) 2845
 [4] J.M. Rosolen et al., *Journal of Power Sources* **162** (2006) 620

Technologie des microbatteries

Dépôt de l'électrolyte solide (LiPON) sur NTC



Conformité du dépôt de LiPON sur NTC adapté au dépôt de l'électrode positive lors d'une étape ultérieure (CEA Liten)

CONCLUSION

Dans ce premier semestre de l'étude, les partenaires STMicroelectronics et Schneider Electric ont défini le cahier des charges de microsources d'énergie et proposent une architecture de microbatterie tout solide à base de nanotubes et de nanofils. Les partenaires LPICM, CEA et GESMAT ont pu ainsi démarrer leurs études de croissance de nano-objets et mettre en place les moyens de caractérisation électrochimiques adaptés à ces nouveaux composants. L'avancement du projet est compatible avec les objectifs visés.

CONTACT : E. ROUVIERE (Coordinatrice du projet NANOBAT2)

emmanuelle.rouviere@cea.fr