

Nanostructures unidimensionnelles en carbure de silicium

Laurence Latu-Romain
Maelig Ollivier



ISTE
editions

Table des matières

Chapitre 1. Introduction	9
Chapitre 2. Propriétés des nanostructures unidimensionnelles à base de SiC	11
2.1. Propriétés intrinsèques au carbure de silicium	11
2.1.1. Description cristallographique	11
2.1.1.1. Tétraèdre, unité de base du SiC	11
2.1.1.2. Polytypisme du SiC et notation de Ramsdell	13
2.1.2. Propriétés physico-chimiques du SiC	16
2.1.2.1. Propriétés générales	17
2.1.2.2. Propriétés électroniques	19
2.2. Propriétés des nanostructures unidimensionnelles	22
2.2.1. Définition et classification.	22
2.2.1.1. Les nano-objets 1D « creux »	23
2.2.1.2. Les nano-objets 1D « pleins »	23
2.2.2. Fort rapport surface sur volume et conséquences	24
2.2.3. Propriétés spécifiques à l'échelle nanométrique	27
2.3. Conclusion	31
2.4. Bibliographie.	31
Chapitre 3. Etat de l'art de la croissance de nanostructures unidimensionnelles à base de SiC	37
3.1. Etat de l'art de la croissance de nanofils de SiC	37
3.1.1. Siliciuration de nanotubes de carbone	38
3.1.2. Elaboration par mécanisme VLS	39

3.1.3. Elaboration en phase gazeuse – Mécanisme VS	42
3.1.4. Carburation de nanofils de Si	43
3.1.5. Conclusion sur l'élaboration de nanofils SiC	44
3.2. Etat de l'art de la croissance de nanotubes de SiC	45
3.3. Etat de l'art de la croissance de nanofils cœur-coquille à base de SiC	46
3.3.1. Nanofils cœur-coquille Si-SiC	46
3.3.2. Autres fils cœur-coquille à base de SiC	48
3.4. Conclusion	48
3.5. Bibliographie	49

Chapitre 4. Un procédé de croissance original : la carburation de nanofils de Si 55

4.1. Les nanofils de Si	55
4.2. La carburation du silicium massif	59
4.3. Mise en œuvre expérimentale	64
4.3.1. Bâti de carburation	64
4.3.2. Moyens de caractérisation	65
4.4. Elaboration de nanofils cœur-coquille Si-SiC	66
4.4.1. Introduction	66
4.4.2. Etude expérimentale	67
4.4.2.1. Etude préliminaire	67
4.4.2.2. Choix de la température de carburation	70
4.4.2.3. Conformité de la coquille de SiC	73
4.4.2.4. Influence du temps de carburation – Etude cinétique	74
4.4.2.5. Carburation de NF de Si dans un réacteur haute pureté	76
4.4.2.6. Conclusions et mise en perspective avec l'état de l'art	78
4.5. Elaboration de nanotubes de carbure de silicium	79
4.5.1. Idée fondatrice et mise en œuvre expérimentale	79
4.5.2. Un mot sur la cinétique de carburation	84
4.6. Bilan de l'étude de carburation de nanofils de silicium	85
4.6.1. Illustration des mécanismes de carburation pour la croissance de nanofils Si-SiC ou de nanotubes SiC	85
4.6.2. La carburation de NF de Si en résumé : construction d'un diagramme de domaines d'existence	87
4.6.3. Critique sur les nanostructures obtenues	89
4.7. Bibliographie	91

Chapitre 5. Technologies autour des nanostructures unidimensionnelles à base de SiC 93

5.1. Approche descendante : gravure plasma du SiC en vue de l'obtention de nanofils SiC	93
5.2. Mécanique	95
5.3. Energie	97
5.4. Electronique	98
5.4.1. Intégration des nanostructures dans un transistor à nanofil	98
5.5. Pour la biologie	103
5.6. Perspectives	104
5.7. Bibliographie	105

Chapitre 6. Conclusion 107

Liste des acronymes 109

Index 111

Les nanostructures unidimensionnelles (1D) en carbure de silicium (SiC) sont des objets séduisants pour la communauté scientifique du fait de l'association des propriétés du matériau et des basses dimensionnalités. Le carbure de silicium a en effet des propriétés physico-chimiques et électroniques très intéressantes, notamment du fait de sa biocompatibilité. Les nanostructures 1D comme les nanofils et les nanotubes sont remarquables grâce à leur rapport surface sur volume élevé et leurs propriétés parfois exceptionnelles par rapport à celles du matériau massif.

Consacré aux nanostructures 1D en SiC, cet ouvrage explicite les propriétés et les différentes méthodes d'élaboration de ces nanostructures. Il détaille la carburation de nanofils de silicium, un procédé de croissance original permettant d'obtenir des nanofils cœur-coquille Si-SiC et des nanotubes SiC de très bonne qualité cristalline, grâce à la maîtrise de l'exo-diffusion du Si. Les possibles applications de ces nanostructures sont également étudiées.

Les auteurs

Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier, Laurence Latu-Romain s'intéresse aux matériaux nanostructurés semi-conducteurs depuis leur élaboration jusqu'à leurs caractérisations.

Maelig Ollivier mène des recherches en métallurgie à l'Imperial College of London.

ISTE
editions

