

Mardi 29 janvier 2013, 1ère réunion, GDR PULSE :

*9h30-10h00: présentation du GDR – Description des objectifs du GDR :

promouvoir l'étude fondamentale de la croissance par épitaxie à la fois théorique et expérimentale.

Objectifs concrets:

- Promouvoir les interactions entre différents groupes et systèmes d'études, ainsi que des projets communs
- Promouvoir la mobilité des thésards entre labos et avec les réunions du GdR
- Diffuser des concepts de base de l'épitaxie et de la croissance : formation CNRS, cours, web...

Retour du CN : Demande bien perçue

Communauté de l'épitaxie consciente depuis longtemps de la nécessité de générer des discussions : workshop français Bonne initiative

*10h00-16h00: présentation des thématiques (25min/ thématique)

- **Thématique 1. Nouveaux concepts en germination, croissance (O. Pierre-Louis – ~~IPMCN~~ Institut Lumière-Matière ILM Lyon**

Savoir existant d'une communauté française qui est maintenant réduite (Ecole de J. Villain, Grenoble)

Modélisation : évolution sur plusieurs décennies

A partir des années 50, modèles continus jusqu'à l'ab initio - Difficulté : bien utiliser l'ab initio, connaître les conditions aux limites (échelle)

Pb ab initio, difficulté de prendre en compte T

Exploration effets croisés : émergence spontanée de structures par champ externe (croissance, électromigration), évolution post-croissance (démouillage, réactivité)

Croissance (auto-assemblage, croissance dirigée)

Actuellement les concepts de mouillage sont très importants pour contrôler les dimensions des nano-objets

Rôle que joue l'élasticité des solides / liquide

Métastabilité des catalyseurs (Tersoff)

Coarsening : rôle de l'anisotropie

Nvx concepts : les faire vivre - Faire le pont avec le passé - Discuter leur faisabilité

Disparition du GFCC, interaction avec les GDR Nanofils, ModMat, Mecano (GDRI)...

Thématique 2. Hétéroépitaxie sur silicium (F. Semond et Y. Cordier - CHREA)

- Problèmes de substrat : Provenance et qualité des substrats

Beaucoup d'industriels travaillent sur le sujet (SOITEC, ST- μ electronics, THALES (III-V lab), ...)

- L'interface silicium/autre semiconducteur

Epitaxie avec réseaux de coïncidence à l'interface... Formation de défauts

Pb injection: pbs électriques et thermodynamiques

- Propriétés des couches épitaxiales

Contraintes, courbure, densité de défauts

- Propriétés des hétérostructures et composants

Stratégie visant l'amélioration des propriétés

Filtrage des défauts, structuration des substrats, épitaxie localisée, ...

Stratégie d'intégration avec la filière du substrat, Compatibilité, front-end, back-end, ...

- Retrait du silicium

Fabrication de membranes et/ou de films auto-supportés, électrodes

Evaluation épi/collage

Thématique 3. Couplage entre théorie et expérience (Jean-Noel – INSP a remplacé P. Muller – CINAM absent)

- Difficultés:

Comment les expérimentateurs et modélisateurs peuvent-ils interagir pour enrichir leurs connaissances et avancer ?

Croissance alliages (mélange aléatoire, mise en ordre -> contraintes)

Développer les modèles, non encore satisfaisants en lien avec l'expérience

Décrire les nouveaux modes de croissance (ex : VLS, influence rapport surface/volume)

Domaines d'intersection, Ex

- ✓ Mise en paquet, méandre, démouillage
- ✓ Energie de surface, d'interface (description des rotations)
- ✓ Démouillage : théorie de la capillarité de la nucléation non valable dans les conditions expérimentales
- ✓ Epitaxie et réactivité (Guillaume Saint-Girons : rejoint les effets d'alliages)
- ✓ Oxydes : influence des interactions électrostatiques
- ✓ Effet des surfactants
- ✓ Epitaxie III-V
- ✓ Monte-carlo cinétique : décomposition de molécules
- ✓ Effet de la géométrie
- ✓ Mouillage : comparaison avec liquides

- Besoins d'une approche multi-échelle

- But : Définir des systèmes modèles pour expérience/simulation/théorie

- ✓ Des géométries modèle : nanofils, graphène
- ✓ Des mécanismes typiques à étudier : composition, géométrie, ...
- ✓ Mûrissement d'Oswald, croissance, cinétique

Thématique 4. Couplage composition, contrainte et morphologie en hétéro-épitaxie de semiconducteurs (X. Wallart – IEMN)

Contrôle et maîtrise d'objets 3D

- Défis : Diminuer la densité de défauts

Favoriser les disloc 90°

- Pb reproductibilité

- Effets d'alliage

- Développements récents des nanocaractérisations à l'échelle atomique : TEM, Sonde tomo

- Pbs d'échelle

- ✓ Info locale TEM, STM et leurs dérivées (pour le TEM : EELS, EDS..., pour les sondes locales: EFM, SNOM...)
- ✓ Info statistique : XRD

- Importance reconstruction dans la relaxation (ex. formation dislocs dans QD)

- Mesures in situ des courbures

- Phénomènes de coalescence

- But : Pouvoir promouvoir/retarder la relaxation - Traitements de surface

Thématique 5. Nanostructuration des substrats (N. Gogneau – LPN)

Contrôler la position des nanostructures

Localisation des QD et des nanofils

Réaliser des motifs nanométriques : nano-rubans, TFET, CMOS

Modulation des zones actives

Croissances de matériaux très désaccordés

Techniques de nanostructuration

- ✓ Faisceau électronique
- ✓ FIB
- ✓ Nanoimpression

✓ Copolymères bi-blocs

Les plus petites structures obtenues: trous 30nm pas 50nm (copolymères, nanoimpression)

Préparation chimique des surfaces primordiale

Effets de la nanostructuration sur l'épi gigantesque, mais par toujours bien comprise

Thématique 6. Auto-organisation et Epitaxie sur substrat fonctionnalisé (A. Ronda – IM2NP)

Schéma des différents types de structuration

Auto-organisation dirigée

Fonctionnalisation / pré-structuration

Effet topographique : contrainte, énergie de surface

Auto-organisation par sélectivité

Effets chimiques/catalytiques

Polymères bi-blocs sont laissés pendant épi pour ELOG

Rapport : taille ilots / taille mesas ou motifs

Thématique 7. Croissance sélective et épitaxie latérale (E. Gil – Institut Pascal)

1-Sélectivité : rapport aire couverte/propre

Rapport des vitesses de croissance

2-Contrôle des morphologies lié à 1

Très grand rapport de forme - exalté aux petites échelles ; discussion : pourquoi ?

Importance de la cinétique de croissance

Etudes très liées à la chimie, est-ce possible par MBE ?

Thématique 8. Nouvelles approches de caractérisation locale (P. Atkinson - INSP)

In-situ characterization

RHEED

Flux measurements

Pyrometric and reflection interference oscillation

Grazing atom diffraction

Optical/ellipsometric techniques

TOF-SIMS

Nano SIMS : 30nm lateral resolution possible

Atomic probe

Selective etching

STM

Cathodoluminescence

Equipex Tempos LPN (MBE dans TEM)

Thématique 9. Intégration monolithique hétérogène (G. Saint-Girons – INL)

Oxydes cristallins sur silicium et GaAs

Ex : SrTiO₃ ou STO

Substrat standard des oxydes fonctionnels, on peut tous les épitaxier les uns sur les autres

Intégration sur silicium d'oxydes fonctionnels

Pas de niveaux d'interface, mais pas d'offset de bande

Ex : STO/Si

Réactions d'interface

Relation d'épitaxie indirecte

Importance du traitement de l'interface nécessaire

Traitement spécifique de la surface ex. passivation au strontium pour mouillage

Problématique des matériaux polyphasés

La relaxation de la contrainte peut aussi induire un changement de phase

Compétition entre croissance pseudomorphique et relaxation complète de l'interface

***16h00-18h00: discussions sur les modalités pratiques pour faire vivre le GDR**

- nous proposons d'ajouter une thématique (n°10) sur les développements instrumentaux avec appel à sponsors pour soutenir l'activité du GDR. Proposition d'animateurs : Philippe Regreny (INL), Alexandre Arnoult (LAAS)

Nous attendons les retours sur les appels à Sponsor !!!!

- le besoin s'exprime de faire le lien avec les caractérisations (DRX, TEM, ATP...) : faire intervenir des chercheurs des autres communautés, et avec d'autres GDR (ModMat, Nanofils, Mécano...)

On laisse le soin aux responsables de thématiques de faire les invitations nécessaires

- modalités pratiques :
 - 1 réunion plénière / an et 1 atelier / an
Réunion plénière: invitation de 4 à 5 personnes suivant les thématiques (présentations de 30 min) – aucun frais payé... - animation des « tables rondes » par les responsables de thématiques
 - 2013 : **1 réunion plénière 5-7 juin** à Marseille
1 atelier 2 jours Sept-Oct à Sofia : « *nucléation et surfaces inhomogènes* »
 - 2014 : **Ecole d'été Juillet** (1 semaine ?...) couplée à la conférence NANOSEA (à Marseille ?...)
 - Longue discussion sur les frais d'inscription aux réunions plénières – a été décidé : 50-80€ pour financer les repas et faire participer les étudiants en thèse gratuitement
 - Echanges éventuels d'étudiants entre les labos. Comment promouvoir les déplacements ? bourses de mobilité du GDR ?
à décider ultérieurement avec l'argent du GDR + des sponsors éventuels : toujours en débat...
 - site web : lieu d'échanges (envoyer : derniers articles, évènements, conf, cours et écoles, annonces d'emplois, stages, thèses, listes d'ouvrages de référence)

Appel à images: Nous attendons les images et autres informations pour alimenter le site web

Planning prévisionnel de la 1ère réunion plénière : 5-7 juin à Marseille

***Arrivée le 05-06 - 12h30 : buffet repas**

14h00-14h15 : présentation du GDR

14h15-17h45 : 5-6 présentations longues - thématiques N°5, N°6 et N°7

17h45-19h30: table ronde sur les thématiques N°5, N°6 et N°7 (animation N. Gogneau, A. Ronda, E. Gil)

20h00 : *Diner du GDR*

***2d jour :**

9h00-11h30: 4-5 présentations longues (30min) - thématiques N°1 et N°3

11h30-13h00 : table ronde sur les thématiques N°1 et 3 (animation O. Pierre-Louis et P. Muller)

13h00-14h30: *Lunch*

14h30- 15h30: présentations « flash » des posters

15h30-16h30: 2 présentations longues - développements instrumentaux N°10

16h30-17h00: table ronde sur la thématique N°10 (animation P. Regreny, A. Arnoult)

17h00-19h00 : Session Posters

20h00 : *Diner du GDR*

***3ème jour :**

9h00-11h30: 4-5 présentations longues - thématiques N°2 et N°9

11h30-13h00: table ronde sur les thématiques N°2 et N°9 (animation F. Semond, Y. Cordier, G. Saint Girons)

13h00-14h00: *Lunch*

14h00- 15h30 : 4-5 présentations longues - thématiques N°4 et N°8

15h30- 17h00: table ronde sur les thématiques N°4 et N°8 (animation X. Wallart, P. Atkinson)

Conclusions de la réunion plénière