



**HAL**  
open science

## Influence des paramètres de croissance de l'homoépitaxie silicium par UHV- CVD sur la reconstruction de surface du silicium

Rozenn Bernard, Nicolas Bertru, Tony Rohel, Karine Tavernier, Ida Lucci,  
Yoan Léger, Charles Cornet

### ► To cite this version:

Rozenn Bernard, Nicolas Bertru, Tony Rohel, Karine Tavernier, Ida Lucci, et al.. Influence des paramètres de croissance de l'homoépitaxie silicium par UHV- CVD sur la reconstruction de surface du silicium. Journées Nanomatériaux, Jan 2020, Rennes, France. hal-02474736

**HAL Id: hal-02474736**

**<https://hal.science/hal-02474736v1>**

Submitted on 3 Mar 2020

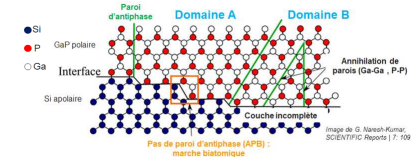
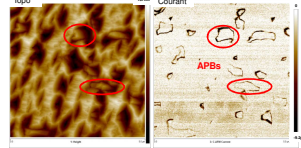
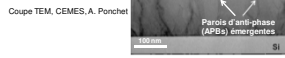
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Contexte : contrôle de la formation des parois d'antiphase (APBs)

Formation de défauts cristallins (macles, parois d'antiphase...) lors de l'intégration monolithique de matériau III-V sur silicium.

Cas des parois d'antiphase (APBs) :



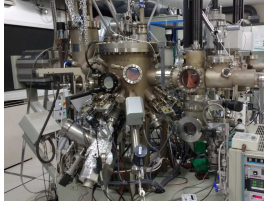
Paramètres influençant la formation des APBs :

- Qualité de la reconstruction de surface du silicium (marches mono/bi-atomiques, absence de défauts...)
- Conditions d'épitaxie III-V

Défauts structuraux qui peuvent se propager sur toute l'épaisseur de la structure et affecter les propriétés physiques (optiques, électriques...) des composants.

Mesures C-AFM sur GaP (1µm)/Si (100-6° off <110> Multimode Bruker : 0.3Hz, 1nAV, DC bias=5.5V

## Cluster III-V / Si – nanoRennes - Foton

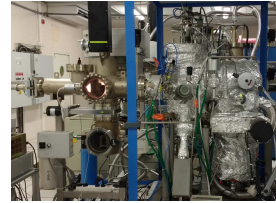
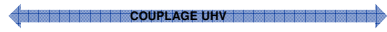


SSMBE (Solid Source Molecular Beam Epitaxy) :

RIBER COMPACT21

- Eléments III (solides) : In1, In2, Ga1, Ga2, Al dopants Si, Be
- Eléments V (cracker) : P<sub>2</sub>, As<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> (cellule plasma)

- Spécificités :
- wafers 2 pouces
  - RHEED



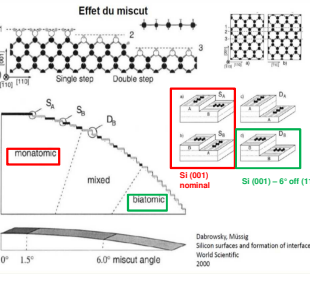
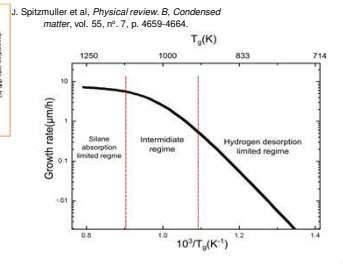
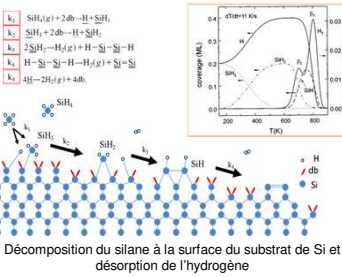
UHV-LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) :

RIBER

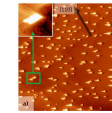
- Eléments (Cellule gaz BT) : SiH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, dopants AsH<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

- Spécificités :
- wafers 2 pouces
  - connexion UHV avec la SSMBE
  - RHEED

## Homoépitaxie Silicium par UHV-LPCVD



Contrôle des contaminants (C, SiO<sub>2</sub>, ...) à la surface du Si et de la qualité du vide dans le bâti :



Propagation des marches monoatomiques perturbées par cristallites de SiC (contamination C).

Traitement de surface du substrat de Si avant épitaxie :

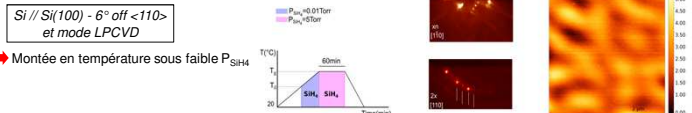
HF1% (90°) / UV-O<sub>3</sub> (10 min) / HF1% (90°)

Dégazage des supports avant chaque épitaxie (1100°C sous vide)

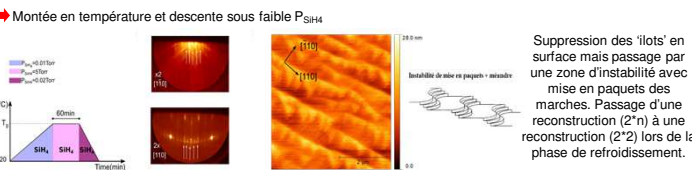
Reconstruction de surface du Si dépendant du régime d'épitaxie (T°C, P<sub>SiH4</sub>) ; du miscut du Si ; de la qualité du vide résiduel du bâti et de la préparation de surface du wafer de Si

## Hydrogénation de la surface du Si

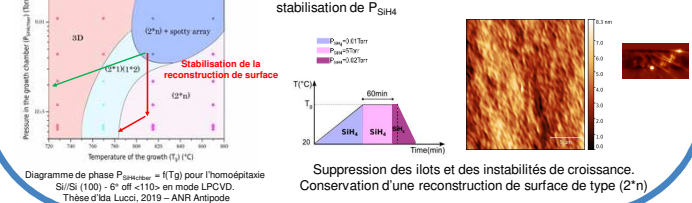
Hydrogénation de la surface du silicium avant épitaxie avec HF 1%...mais pas jusqu'à la température de croissance (T<sub>g</sub>)



Reconstruction 2'n (clichés Rheed) lors de l'homoépitaxie Si // Si(100) - 6° off <110>. Surface avec présence d' 'îlots' pouvant provenir de l'absence de passivation lors de la descente en température.

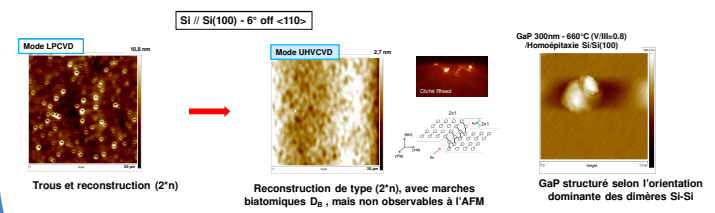
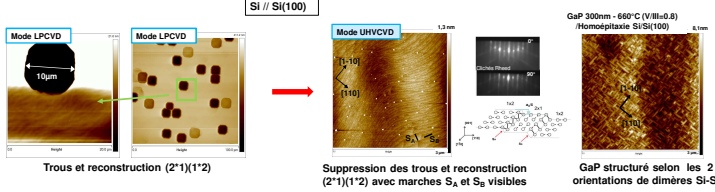
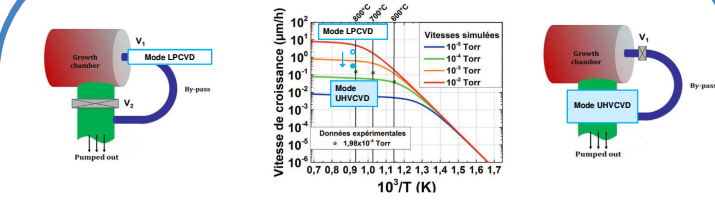


Suppression des 'îlots' en surface mais passage par une zone d'instabilité avec mise en paquets des marches. Passage d'une reconstruction (2'n) à une reconstruction (2'2) lors de la phase de refroidissement.



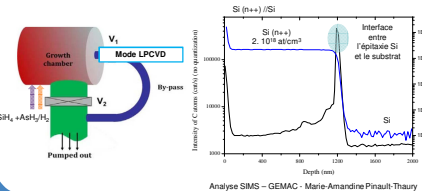
Suppression des îlots et des instabilités de croissance. Conservation d'une reconstruction de surface de type (2'n)

## Influence du régime d'épitaxie



\*Arrangement des dimères de silicium fortement dépendant du régime de croissance et de la pression partielle de SiH<sub>4</sub>. \*Possibilité de contrôler la structuration de l'épitaxie III-V avec l'homoépitaxie Si

## Dopage de l'épitaxie silicium



- Dopage résiduel des homoépitaxies Si // Si non dopées = 4 . 10<sup>15</sup> at/cm<sup>3</sup> - type n
- Dopage type n avec AsH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub> jusqu'à 2.10<sup>18</sup> at/cm<sup>3</sup>, avec mode LPCVD
- Dopage de type p avec B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> en cours de développement

## Perspectives

- Développement du dopage de type p du silicium
- Optimisation des conditions d'épitaxie pour obtenir des marches biatomiques sur Si (100).
- Exploration des gammes de dopage (types n et p) dans le mode UHV-CVD
- Etude de la passivation As de la surface du silicium