

In-situ observation in a TEM of the MBE growth of III-V and II-VI semiconductor nanostructures

Observation in-situ dans un microscope électronique à transmission de la croissance par Epitaxie par Jets Moléculaires de nanostructures de semiconducteurs III-V et II-VI

Laurent Travers

Centre de Nanosciences et de Nanostructures (C2N), CNRS – Université Paris Sud,
Université Paris Saclay, 10 Boulevard Thomas Gobert, 91220 Palaiseau
e-mail: laurent.travers@c2n.upsaclay.fr

Le projet Nanomax permet d'observer la croissance de nanostructures jusqu'à l'échelle atomique dans un microscope électronique en transmission. Il est possible d'étudier en temps réel la croissance de nombreuses nanostructures : nanofils de semiconducteur III-V ou de silicium/germanium mais également de nanotubes de carbone. La croissance est réalisée in-situ dans un microscope électronique en transmission Titan ETEM équipé d'un correcteur d'aberration géométrique sur l'image. Le microscope ETEM a été modifié afin de pouvoir disposer d'une qualité de vide suffisante pour permettre la croissance en épitaxie par jets moléculaires (EJM). Par ailleurs, la vitesse de pompage dans la chambre objet du microscope est assez importante pour réaliser des croissances par CVD et UHV-CVD de nanotubes de carbone ou de nanofils/nanostructures d'éléments IV. J'ai mis au point pour ce microscope des microcellules à effusion pour éléments III et éléments V permettant de réaliser la croissance in-situ de nanofils de semiconducteur III-V (en particulier GaAs, InAs, GaSb et GaP). Nous avons très récemment réalisé la croissance de nanofils de semiconducteurs II-VI (ZnTe et CdTe) catalysés par des nanoparticules d'or (croissance dite VSS où le catalyseur reste solide). Les sources d'éléments sont très collimatées afin d'éviter la contamination de la chambre du microscope, et elles émettent sans perturber le fonctionnement du microscope. Nous montrons qu'il est possible d'étudier la croissance par EJM de nanofils de semiconducteur in-situ dans le microscope à une résolution atomique.

Les premières études nous ont permis de mettre en évidence l'influence de l'angle de contact du catalyseur sur la phase cristalline des nanofils. L'observation de la croissance à l'échelle atomique en temps réel permet d'accéder directement à la statistique de nucléation des marches et à leur vitesse de déplacement en fonction des conditions de croissance. En modifiant le rapport des flux III/V, on observe en direct le changement de volume du catalyseur gallium et la modification de l'angle de mouillage de la goutte, ce qui entraîne un changement de la phase cristalline du nanofils (hexagonale vs cubique).

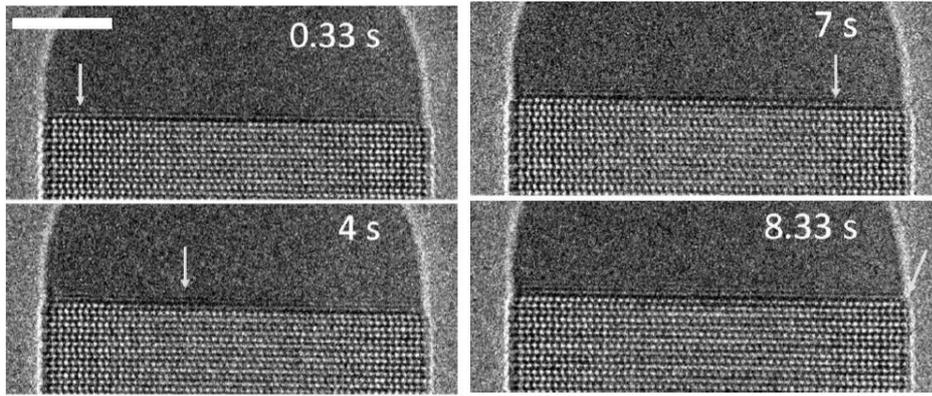


Fig. 1 : avancée d'une marche monoatomique pendant la croissance d'un nanofils de GaAs de structure hexagonale (Wurtzite). Barre échelle : 5nm

Focus: *Video*—Growing a Crystal One Atomic Layer at a Time
October 19, 2018 • *Physics* 11, 106
<https://physics.aps.org/articles/v11/106>