

## 自己形成量子ドットはどこまで制御できるか

How can we control self-assembled quantum dot structures precisely.

電気通信大学 先進理工学専攻

山口 浩一

Univ. Electro-Communications

Koichi Yamaguchi

E-mail: kyama@ee.uec.ac.jp

半導体量子ドットのボトムアップ法として、ナノ歪を利用した SK 成長法、液滴エピタキシー法、ナノ領域の選択成長法の研究開発が活発に進められてきた。量子ドット構造の形成制御技術も着々と発展し、量子ドットの物性研究の進展とともに種々の量子ドットデバイスの試作開発も展開されてきた。特に、光通信情報処理システムでは、量子ドットレーザー、量子ドット半導体光増幅器、量子ドット単一光子発生器などが挙げられ、最近では量子ドット太陽電池への期待も高まっている。しかしながら、それら量子ドットデバイスの実用化および期待される高いパフォーマンスの実現にはまだ多くの課題が残されている。SK 成長モードに基づく自己形成法では、ドット構造の形成段階における直接的な制御は極めて難しい。それは 2 次元から 3 次元への成長モード遷移が急速であることに加え、個々の 3 次元構造が非同期的に形成されるためである。従って、まずは成長条件などの成長環境を変化させ、それに応じた成長構造や物性の変化を調べ、望みの構造に近づくように成長条件の最適化を行うことから始まる。しかし、多くのパラメータを有する成長条件の最適化は一筋縄には行かない。効果的な条件確立や成長手法の開発には、言うまでもなく成長メカニズムの理解が必要であり、成長後の緻密な構造解析だけでなく、成長過程におけるその場での観察評価も重要となる。自己形成量子ドットに関する研究開発が活発に進められるようになってから約 20 年経った今、改めて自己形成量子ドットの成長技術の現状を整理し、今後の当研究分野の発展に向けて、特に、量子ドットの高均一化、密度制御（高密度化、低密度化）、発光波長制御、ドーピング制御、さらに量子ドットの配列制御、位置制御について議論する。

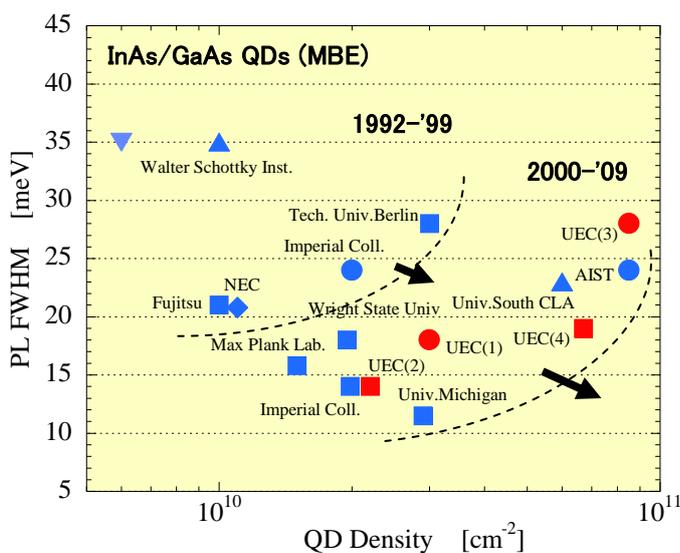


図 1. InAs/GaAs 系量子ドットの自己形成における高密度・高均一化 (PL 狭線化) の進展 (MBE)

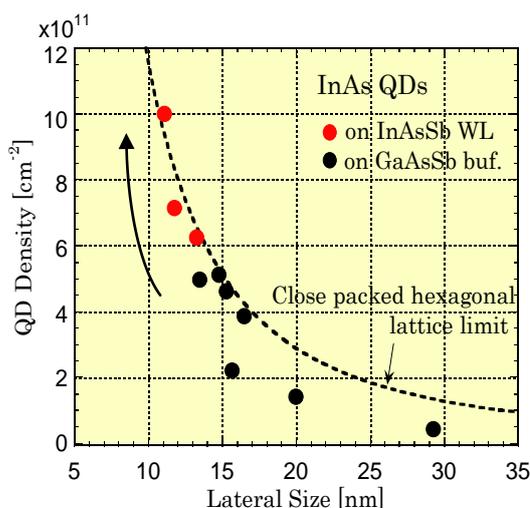


図 2. InAs/GaAs 系量子ドットの面内超高密度化 (密度と横方向サイズの関係) (面内密度  $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  の達成)