

課題番号 :2014A-E01  
利用課題名（日本語） :キャップ層による InAs 量子ドットの歪変化の XRD でのその場観察  
Program Title (English) : *In situ* XRD observation of lattice strain in InAs quantum dots induced by capping  
利用者名(日本語) :神谷 格<sup>1)</sup>, 山田 郁彦<sup>1)</sup>, 下村 憲一<sup>1)</sup>, 高林 紘<sup>1)</sup>, 森下 一喜<sup>1)</sup>, 小林 知弘<sup>1)</sup>, 鈴木 秀俊<sup>2)</sup>, 佐々木 拓生<sup>3)</sup>, 高橋 正光<sup>3)</sup>  
Username (English) :I. Kamiya<sup>1)</sup>, F. Yamada<sup>1)</sup>, K. Shimomura<sup>1)</sup>, K. Takabayashi<sup>1)</sup>, K. Morishita<sup>1)</sup>, T. Kobayashi<sup>1)</sup>, H. Suzuki<sup>2)</sup>, T. Sasaki<sup>3)</sup>, M. Takahashi<sup>3)</sup>  
所属名(日本語) :1) 豊田工業大学, 2) 宮崎大学, 3) 日本原子力研究開発機構  
Affiliation (English) :1) Toyota Technological Institute, 2) University of Miyazaki, 3) JAEA  
キーワード : 分子線エピタキシー, 結晶成長, InAs 量子ドット, 格子歪

### 1. 概要 (Summary)

ドットの形状には[110]と[1-10]で異方性があることが RHEED の結果などから報告されている[1]。そこで本申請ではドットのサイズではなく X 線回折の測定面を(220)から(2-20)に変化させることで、キャップ直前のドット形状がキャップ層成長の XRD の挙動の変化に与える影響を調べ、ドットの形状がキャップ層成長機構に与える影響を検討した。

### 2. 実験(目的,方法) (Experimental)

表面層の微細構造からの情報を抽出するためには放射光が必要である。また InAs 量子ドットやキャップ成長中のその場観察には高時間分解能が必要である。そのため世界的にも非常に数少ない MBE による結晶成長のその場観察ができる装置構成となっており、また検出器として CCD カメラを使用しており、高速に 3 次元逆格子計測が可能である BL11XU が必要である。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

GaAs(001)上の InAs 量子ドットへのキャップ層成長を XRD によってその場観察した。In 組成 6%の InGaAs でキャップした時の強度変化に関し、今回新たに (2-20)回折の強度を測定し、以前測定を行っていた(220)回折強度と比較し検討を行った。2013A、2013B 期において In 組成 9%の InGaAs でキャップした場合、GaAs の格子定数を 1 としたときの格子定数比 1.01 付近の強度がキャップ層成長中に上昇するという結果を得ている。これはキャップ層の格子が伸ばされたためであると考えている。しかし今回は

どちらの測定面でも強度の上昇は見られず、単調に減少していった。これは GaAs のみでキャップした時と同様の傾向である。この結果について、今回の実験では InGaAs 層の In 組成が 6%と少なく InGaAs 層本来の格子定数比が約 1.004 と In 組成 9%の約 1.006 より小さかったためであると考えている。また回折面を変化させても XRD 強度の変化の挙動にほとんど変化がなかった。2013A 期に行ったドットのサイズを変化させた時の回折強度変化の実験においてもドット内の格子定数の分布や形状よりキャップ層の In 組成が主に影響していることが示唆されたことから、キャップ層成長中の XRD 強度変化にはドットの形状よりもキャップ層の格子定数が大きく影響していることが示唆される。これはキャップ層の膜厚増加に伴いキャップ層とドットとの堆積量比が徐々に増加していくので妥当であると考えている。このキャップ層の膜厚が厚い時の XRD 強度変化が主にキャップ層を反映していることを基に現在キャップ層の成長機構について検討を続けている。

### 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

[1] T. Hanada, H. Totsuka, and T. Yao, Jpn. J. Appl. Phys. **40** (2001) 1878.