# GaSb 基板上 InSb/GaSb ドットの密度・サイズに対するV/III比の効果

## Effect of V/III Ratio on Density and Size of InSb/GaSb Dots on GaSb Substrates

○山本 恭輔 [1]，土屋 隆史 [1]，牛頭 信一郎 [2]，遠藤 聡 [1]，藤代 博記 [1]
（東理大先進工 [1]，産総研 [2]）
○K. Yamamoto[1], T. Tsuchiya[1], S. Gozu[2], A. Endoh[1], H. I. Fujishiro[1] (TUS[1]， AIST[2])
E-mail: 8120545@ed.tus.ac.jp

**【背景】**GaSb 上の InSb ドットは 3 μm 付近での発光が確認されており、中赤外線デバイスへの応用が期待される [1]。すでに多くの研究が行われた GaAs 上 InAs ドットと共通点は多いが、InSb ドットは In-Sb の結合エネルギーが弱いため、成長過程において In のマイグレーションが促進されやすい。In マイグレーションの促進により、InSb ドットは巨大化し、ドット密度は減少する。つまり、In マイグレーション抑制が InSb ドット高密度化への鍵となる。本研究では、InSb ドット成長時の In マイグレーションを抑制し、ドット密度高める方法として、V/III（$Sb_4$/In）比及び成長レートを変化させた影響を検討した。

**【実験・結果】**Fig. 1 に分子線エピタキシー法にて成長させたエピタキシャル構造の模式図を示す。GaSb(100)基板の酸化膜脱離後 GaSb 薄膜層 133 nm を成長させた。その後、InSb2.5 ML を GaSb 表面上に成長させ、原子間力顕微鏡による表面観察を行った。なお、InSb の成長レートを 0.075 ML/s とし、$Sb_4$/In を 2，4，6 と変化させた。

Fig. 2 に InSb ドット密度及び平均サイズの V/III（$Sb_4$/In）比依存性を示す。Sb 供給量の減少につれ、ドット密度の増加及び平均サイズの減少が見られた。平均サイズの減少は 20%程度であるが、ドット密度は約 3 倍と大きく増加した。このように、Sb の供給量を減らすことはドット密度の増加に対して多大な効果があった。Sb 供給量が多い場合、表面に Sb ダイマーが形成される[2]。表面 Sb-Sb 結合により表面は安定構造となり、In マイグレーションが促進される[3]。マイグレーションの促進により、原子が一つの島に凝集され、ドット密度が低くなり平均サイズが増大したと推測される。一方で、Sb 供給量が低い場合、高 Sb 供給量と比較して In マイグレーションが抑制されており、ドット同士の凝集は起こりにくく、ドット密度の増加及び平均サイズが減少したと思われる。また、$Sb_4$/In = 2 において成長レートをを 0.05，0.075，0.1 ML/s と上昇させるとドット密度がやや増加した。以上より In マイグレーションの抑制が InSb ドットの高密度化に重要であり、本研究では最大密度 $9.12\times10^{10}$ $cm^{-2}$、最小平均サイズ20.9 nm という結果が得られ、PL 測定では 1.78 μm での発光が確認できた。

**【参考文献】**[1] V. Tasco *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 263118 (2006) .[2] P. M. Thibaco *et al.*, J. Crystal Growth **175/176**, 317 (1997).[3] S. El Kazzi, *et al.*, J. Appl. Phys. **100**, 123506 (2012).

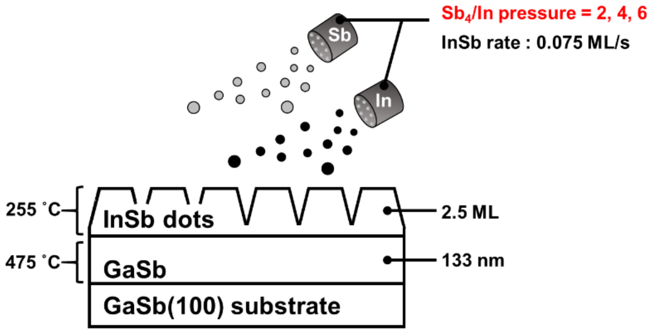


Fig.1 Schematic of epitaxial structure of InSb/GaSb dots grown on GaSb(100) substrate.

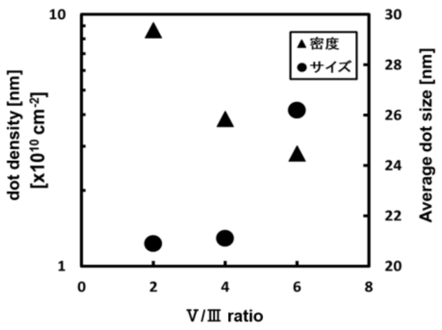


Fig.2 Density and size of InSb dots grown on GaSb layer as a function of $Sb_4$/In.