

## Si(111)基板上への GaSb エピタキシャル成長と膜質の評価

## Epitaxial growth of GaSb on Si(111) substrate and Estimate of film quality

富山大院, °下山 浩哉, 森 雅之, 前澤 宏一

Graduate school of Sci. and Eng., Univ. of Toyama, °Hiroya Shimoyama, Masayuki Mori,

Koichi Maezawa

E-mail: m1371021@ems.u-toyama.ac.jp

**【背景】** III-Sb 系化合物半導体と Si 基板の集積は光学、電子デバイス集積の観点から注目されている。GaSb や InGaSb は高い正孔移動度を有するため、p-MOSFET として、InSb は高い電子移動度から n-MOSFET への応用が期待されている。我々は過去の研究で In、Sb の順に InSb を単分子層成長させる事で In-Si 結合が Sb-Si 結合に置換される過程で InSb を Si(111)面内で  $30^\circ$  回転させ格子不整合を緩和できる表面再構成制御成長法を示し、実際に Si 基板上で InSb チャネルの n-MOSFET の動作に成功している[1,2]。今回我々は pMOSFET への応用を目指し GaSb の Si(111)基板上へのエピタキシャル成長を行なった。

**【実験概要】** GaSb 薄膜は全て分子線エピタキシー法を用い p 型 Si(111)基板上に作製した。当初 GaSb の成長は Si 基板上に InSb 同様 GaSb 単分子層を介し成長させる事で表面再構成制御成長法による成長を目指したが、GaSb 膜を回転させる事が出来なかった。これは In と異なり Ga-Si 結合が Sb-Si 結合に比べ結合エネルギーが高く Ga と Sb の置換反応が起こらないことが原因と考えられる。そのため GaSb 低温バッファ層上に高温で GaSb 本成長を行なう 2 段階成長法と、表面再構成制御成長法で  $30^\circ$  回転した InSb 薄膜上に GaSb を 2 段階成長させる 2 通りの成長を行った。作製した GaSb 薄膜の膜厚は約 65nm であった。

**【評価結果】** GaSb の Si 基板上への直接成長は本来 12.2% と大きな格子定数差により良質な GaSb 薄膜を得る事は難しいが、今回 2 段階成長により成長させた GaSb は 2 層目成長中シャープなストリークパターンを示しており、RHEED 及び AFM の結果から平坦な表面である事が示唆された。また XRD  $2\theta/\omega$  測定の結果から GaSb は僅かに圧縮歪みを受けている事が判明した。一方  $30^\circ$  回転させた InSb 上に 2 段階成長と同じ条件で成長させた GaSb はストリーク間隔から InSb 同様  $30^\circ$  回転して成長している事が示唆されたが、InSb と GaSb は 6.3% の格子不整合と Si と比べ小さいにも関わらず、ストリークと共にファセット成長していると予測されるパターンが示された。

**【Reference】**

- [1] M. Mori *et al.* : 電子情報通信学会技術研究報告. SDM, シリコン材料・デバイス 111(46), 95-98, 2011-05-12  
 [2] T. Ito *et al.* : Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 04CF01

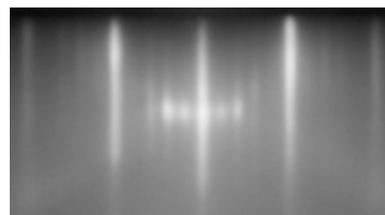


図 1. 2 段階成長中の GaSb の RHEED パターン

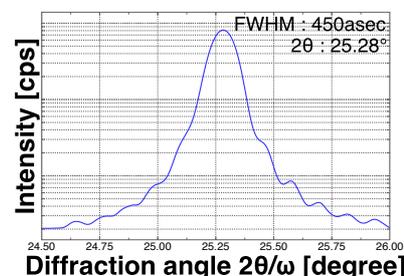
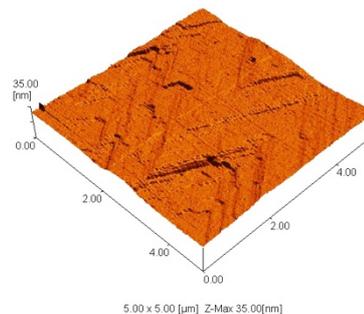
図 2. InSb( $30^\circ$ )上に成長中の GaSb の RHEED パターン図 3. 2 段階成長を行なった GaSb XRD  $2\theta/\omega$  測定結果

図 4. 2 段階成長を行なった GaSb の AFM 像