

InP 基板上 type-II InAs/GaSb 超格子を用いた中赤外センサ

Mid-infrared sensors with type-II InAs/GaSb superlattice absorption layers grown on InP substrates

住友電気工業¹, 大阪府大 工学研究科², 宇宙航空研究開発機構³, 立命館大 機械工学科⁴
○三浦広平^{1,2}, 猪口康博¹, 河村裕一², 室岡純平³, 片山晴善³, 菅野翔太⁴, 竹川智子⁴, 木股雅章⁴Sumitomo Electric Industries, Ltd.¹, Graduate school of engineering, Osaka Prefecture Univ.²,
Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)³, Department of Mechanical Engineering, Ritsumeikan Univ.⁴○K. Miura¹, Y. Iguchi¹, Y. Kawamura², J. Murooka³, H. Katayama³, S. Kanno⁴, T. Takekawa⁴, M. Kimata⁴

E-mail: miura-kouhei@sei.co.jp

【動機】 波長 3 μm 以上の赤外光を検出できる中赤外センサは、微量の温室効果ガスや有毒ガスの検知等に応用が期待される。受光材料に type-II InAs/GaSb 超格子(superlattice; SL)が有望である。しかし InAs/GaSb SL の成長用基板として通常用いられる GaSb は赤外光の透過率が低く、2 次元センサアレイ等の裏面入射のセンサの作製には基板の除去が必要である。透過率の高い GaAs 基板を使用した例もあるが¹⁾、GaSb との格子定数差が 7.8%あり成長が難しい。我々は GaSb との格子定数差が GaAs 基板の半分の 3.9%で、かつ透過率が高い InP:Fe 基板に InAs/GaSb SL を成長し、中赤外センサを作製した。

【実験】 結晶成長には分子線エピタキシー (Molecular beam epitaxy; MBE) 法を用いた。InP:Fe(100)基板上に In_{0.53}Ga_{0.47}As 層を成長して表面を平坦化した後、厚さ 4.5 μm の GaSb:Be バッファ層を成長した。その後、pin 構造を有する InAs/GaSb SL (3.6nm/2.1nm $\times$ 100 ペア)を成長した。最後に InAs:Si キャップを成長した。SL の成長温度は 450 $^{\circ}\text{C}$ とした。ウェットエッチングでメサ構造を形成し、メサ側壁の保護膜には SiO₂ を使用した。メサ頂上と、エッチングで露出させたバッファ層上に電極を形成した。GaSb:Te(100)基板上にも同じ構造のセンサを作製し、特性を比較した。

【結果】 InP 基板上エピ結晶の表面の光学顕微鏡観察より、クロスハッチが発生することなく成長していることが分かった。InP 基板上センサは波長 5 μm 付近で約 10%の外部量子効率を示した(Fig. 1)。受光層のペア数を増やすことでさらなる向上が期待できる。InP 基板上センサと GaSb 基板上センサの電流電圧特性を温度 112~205K で測定すると、高温では両者の暗電流はほぼ同じであるが、低温では InP 基板上の暗電流が大きくなる傾向が見られた(Fig. 2)。暗電流の温度依存性は $\exp(-E_g/nkT)$ (E_g : 受光層のバンドギャップ、 k : ボルツマン定数、 T : 温度)で表され、 n 値は暗電流が拡散電流が支配的だと 1 に近く、生成・再結合電流が大きいほど大きくなる。InP 基板上センサの n 値は 1.78、GaSb 基板上センサは 1.34 であった。InP 基板上では GaSb バッファ層成長初期に発生した貫通転位のいくらかが SL 受光層に伝播し²⁾、生成・再結合電流増加の原因になっていると考えられる。

【まとめ】 InP 基板上 InAs/GaSb SL を受光層に用いて、カットオフ波長が約 6 μm の中赤外センサを得た。暗電流低減が必要であるが、裏面入射型センサへの応用が期待できる。

参考文献 1) B. -M. Nguyen, D. Hoffman, E. K. Huang, S. Bogdanof, P. -Y. Delaunay, M. Razeghi, and M. Z. Tidrow; Appl. Phys. Lett., Vol.94, 223506 (2009)

2) K. Miura, Y. Iguchi, Y. Kawamura; J. of Cryst. Growth (to be published)

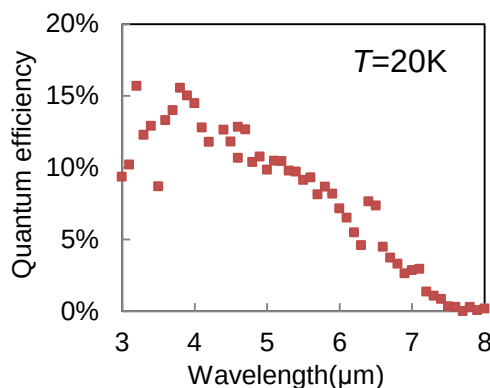


Fig. 1 External quantum efficiency spectrum of the sensor on InP substrate

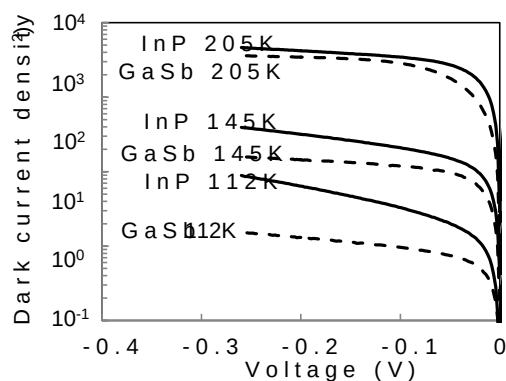


Fig. 2 Current-voltage characteristics of the sensors on InP and GaSb substrates