

藤代 博記 Hiroki FUJISHIRO (東京理科大学 先進工学部 電子システム工学科 教授)
 遠藤 聡 Satoshi ENDO (東京理科大学 先進工学部 電子システム工学科 教授)

研究の目的

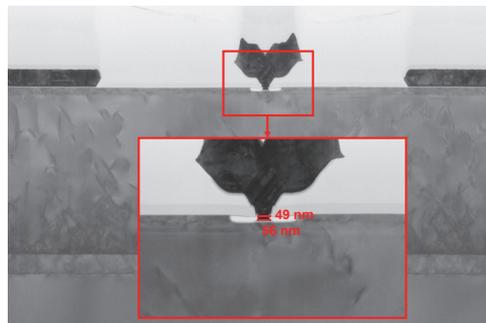
次世代通信、未踏センシング、極限コンピューティングなどを実現するためには、新たな高周波・低消費電力トランジスタが必要とされています。我々は、これを実現するデバイスとして、高い電子移動度を持つSb系化合物半導体を用いたトランジスタを研究しています。

研究の概要

ミリ波～テラヘルツ波帯(30GHz～3THz)で動作可能な“高電子移動度トランジスタ (High Electron Mobility Transistor:HEMT)” を、Sb系化合物半導体を用いて開発するため、InSbやGaInSbをチャンネルに用いたHEMTのモンテカルロシミュレーションによる設計・解析、分子線エピタキシー(Molecular Beam Epitaxy:MBE)装置を用いたHEMTエピ構造の作製・評価及びデバイス作製・評価を行っています。

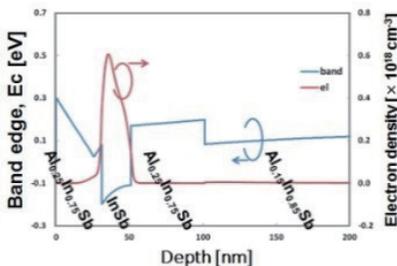
Te-δ doping	
InSb cap	3 nm
Al _{0.40} In _{0.60} Sb barrier	25 nm
Al _{0.40} In _{0.60} Sb spacer	5 nm
Ga _{1-x} In _x Sb channel	20 nm
Al _{0.40} In _{0.60} Sb upper buffer	15 nm
Al _{0.25} In _{0.75} Sb lower buffer	1500 nm
AlSb buffer	250 nm
LT-AlSb	1.5 nm
SI-GaAs(100) substrate	

X = 0.60
0.78
0.85
0.90
0.94

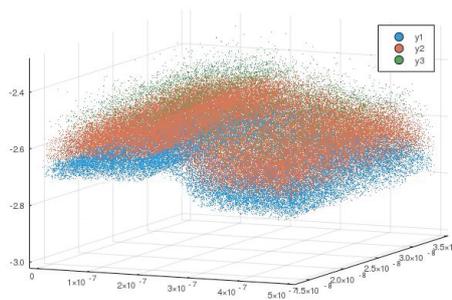


試作したGaInSbチャンネルHEMTの断面透過型電子顕微鏡写真(ゲート電極長:~50nm)

ステップバッファを用いたGaInSb量子井戸チャンネルの層構造



歪み制御したInSb HEMTのバンド構造と電子濃度分布



シミュレーション結果のアニメーション化

従来・競合との比較

InSbやGaInSbはSiの50倍以上の高い電子移動度を示し、GaAs系、InP系に次ぐ第3世代の電子材料として注目されています。バンドエンジニアリング、歪みエンジニアリングを駆使したデバイス構造設計と、それを実現する原子層レベルの薄膜成長、ナノメートルレベルの極微細プロセスを適用することにより、GaAs系、InP系を超える世界トップレベルの動作性能を達成できます。

想定される用途

光と電磁波の境界であるテラヘルツ領域は、未踏センシング、次世代通信、極限コンピューティングなどの帯域として、工業・情報通信・医療・バイオ・農業・セキュリティなど様々な分野での応用が見込まれています。Sb系HEMTはテラヘルツ領域で動作する極限性能の低消費電力トランジスタとして、これらの実現に大きく貢献します。

実用化に向けた課題

テラヘルツ領域での高いトランジスタ性能を安定的に実現し、さらにIC化を目指します。

企業へ期待すること

Sb系半導体は高速・高周波トランジスタだけでなく、テラヘルツ～中遠赤外領域のLED、光検出器などのチャンネル材料としても注目されています。一緒に実用化に取り組んで頂ける企業や研究機関を募集しています。

POINT

- ・高周波動作 (30GHz～3THz)
- ・低消費電力

今後の展開

2021年 Sb系HEMT構造結晶の高品質化
Sb系HEMTの高速化
2022年 Sb系HEMTの低雑音特性の評価

- 受賞歴:電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰(2011年)
- 受賞歴:電子情報通信学会電子デバイス研究会論文発表奨励賞表彰(2021年)

