

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	AlGaIn/GaN系HEMTにおけるオーミック電極のコンタクト抵抗低減に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	武井優典
Author(English)	Yusuke Takei
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10218号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:筒井 一生,若林 整,渡辺 正裕,大見 俊一郎,角嶋 邦之,羽田野 涉
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10218号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	武井 優典	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	筒井 一生	教授	角嶋 邦之	准教授
	審査員	若林 整	教授	羽田野 渉	学外審査員
		渡辺 正裕	准教授		
大見 俊一郎		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「AlGaIn/GaN 系 HEMT におけるオーミック電極のコンタクト抵抗低減に関する研究」と題し、6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、パワーデバイス応用として新たに期待されている AlGaIn/GaN 系の HEMT (high electron mobility transistor: 高電子移動度トランジスタ) における技術的課題のひとつにオーミック電極技術があり、デバイスの低損失化にはそのコンタクト抵抗低減が重要であることを述べている。HEMT 構造でのコンタクト抵抗は 3 つの抵抗成分の直列でモデル化できることを提案し、コンタクト抵抗には AlGaIn 層の厚さに対するトレードオフ関係があり低抵抗化にはこの克服が必要であることを説明している。そしてこれらの議論を踏まえ、本研究の目的を述べている。

第 2 章「試料の作製方法および評価法」では、本研究の実験で用いた HEMT 構造基板の特性とコンタクト抵抗評価のための TLM (transmission line model) 法による評価素子の作製プロセスおよび評価装置、また、理論計算に用いたデバイスシミュレーションについて述べている。

第 3 章「コンタクト抵抗の AlGaIn 層厚依存性」では、序論で述べた AlGaIn 層厚におけるトレードオフ関係を実験で観測し、モデルの妥当性を示している。まず、HEMT 構造基板の AlGaIn 層をオゾン酸化による独自のステップエッチング法で段階的に薄層化する手法について述べ、続いてこのエッチング法と Mo/Al/Ti 系の電極を用いた実験でコンタクト抵抗と AlGaIn 層厚との関係をコンタクト形成の熱処理温度領域を分けて測定している。予想された AlGaIn 層厚依存性が実際に観測されたことを示すとともに、モデル化された抵抗成分ごとの挙動について考察を加え、熱処理温度が比較的低い (800-850°C) 場合と高い (900-950°C) 場合に観測されたそれぞれ異なる状態におけるコンタクト抵抗の要因を推定している。

第 4 章「Metal/AlGaIn 界面への凹凸構造導入による低抵抗化の実現」では、AlGaIn 層の表面に凹凸構造を導入する手法により、これまで論じてきたトレードオフ関係を克服してさらなる低抵抗化をはかることを新たに提案し、実証している。まず、デバイスシミュレータで凹凸構造導入時の AlGaIn/GaN 界面に誘起される二次元電子ガスの横方向の濃度分布を算出し、凹凸の段差領域下の二次元電子ガス濃度が AlGaIn 層の薄い領域での濃度より局所的に上昇する事を示し、この領域に電極を近接形成できることから低抵抗化の可能性を予測している。つづいて、実際に電極下の AlGaIn 層に凹凸構造をエッチングで形成し、凹凸構造を電流方向に並行なストライプ状の平面パターンで形成した場合に、AlGaIn 層厚が均一な場合には得られなかった低抵抗を達成している。

第 5 章「Metal/AlGaIn 界面への凹凸構造導入による低抵抗化のメカニズム」では、第 4 章で抵抗低減効果の確認された凹凸構造の平面サイズを系統的に微細化して構造パターンの密度を増大させる実験を行い、抵抗低減のメカニズムをモデル化し議論している。まず、凹凸構造のストライプの幅を最大 5 $\mu\text{m}$  から最小 0.4 $\mu\text{m}$  まで段階的に縮小する実験を行い、その微細化に伴ってコンタクト抵抗が低減してゆくことを示している。この実験結果を基に、観測されるコンタクト抵抗が AlGaIn 層の厚い領域と薄い領域およびそれが遷移するエッジ部の 3 領域に固有の抵抗が存在しそれらの並列で表されるとし、また、エッジ部の固有抵抗を適用できる平面方向の実効長をパラメータとして導入したモデル化を行い、実験結果がこれにフィッティングできることからその妥当性を示している。さらに、凹凸エッジ部の加工形状を原子間力顕微鏡で評価し、この実験ではエッジ部の金属側の電界集中効果は顕著では無いと推測されるが、急峻な加工を行うことによりこの効果を重畳させた低抵抗化も期待できることを論じている。

第 6 章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、提案した手法と技術の意義と将来展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、AlGaIn/GaN 系 HEMT におけるオーミック電極のコンタクト抵抗低減に関し、コンタクト抵抗の要因をモデル化し、各抵抗成分の分離が可能であることを示すとともに、従来構造が持つトレードオフ関係を新規の凹凸構造によって克服できることを実証したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。