

表面波プラズマを用いたシリコン系絶縁膜の化学気相堆積と窒化物半導体デバイスへの応用

Chemical Vapor Deposition of Silicon-based Insulator Films Enhanced by Surface-Wave Plasma and Application to Nitride Devices

豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所¹および電気・電子情報工学系²
アリエスリサーチ株式会社³ ○岡田 浩^{1,2}, 川上 恭平², 石丸 貴博², 篠原 正俊²,
古川 雅一³, 若原 昭浩^{2,1}, 関口 寛人²
EIIRIS¹, Dpt. Electrical and Electronic Information Eng.² Toyohashi Tech, Aries Research Group³
○Hiroshi Okada^{1,2}, Kyohei Kawakami², Takahiro Ishimaru², Masatoshi Shinohara²,
Masakazu Furukawa³, Akihiro Wakahara^{2,1}, and Hiroto Sekiguchi²

E-mail: okada@ee.tut.ac.jp

AlGaIn/GaN ヘテロ構造は、高速動作可能なパワーデバイスへの応用などに大きな期待が寄せられている。AlGaIn/GaN 系トランジスタの解決すべき課題に電流コラプスなどドレイン電流の不安定性の問題があり、デバイス表面の適切なパッシベーションが求められている。窒化物半導体の表面パッシベーションにはプラズマ励起化学気相堆積(PECVD)によるシリコン窒化膜(SiN_x)堆積が広く用いられているが、プラズマ中の高エネルギーのイオンによるデバイス表面へのダメージ導入が懸念される。最近我々は、マイクロ波(2.45GHz)により表面波プラズマを発生させ、表面波プラズマにより生成したラジカルにより原料ガスを堆積前駆体に分解して堆積を行う SPCVD 技術を開発しシリコン系絶縁膜の堆積を行っている¹⁾。この手法は表面波プラズマ領域と試料を離れた配置とし、また、堆積反応に必要な低エネルギーの基底状態の原子を用いるため低ダメージ堆積が期待できるといった特徴がある。本研究では、SPCVD 技術を AlGaIn/GaN 構造に適用し、その有用性を検証した。

今回は SPCVD 法による SiN_x 膜堆積について検討した。原料にはビスジメチルアミノジメチルシラン [(CH₃)₂N]₂Si(CH₃)₂、プラズマガスには N₂(1slm)/H₂(4slm)を用いた。図 1 に堆積した SiN_x 膜の FT-IR 吸収スペクトルを示す。860cm⁻¹ 付近に Si-N 結合を示唆する明らかな吸収ピークが観測され、シリコン窒化膜の形成が確認された。次に、パッシベーションの効果を検証するために、ゲート無しトランジスタ素子を作製して評価した。市販の Si 基板上の AlGaIn/GaN (AlGaIn 層: 25nm、GaN 層: 1μm) にフォトリソグラフィとドライエッチングによる素子分離、および Ti/Al/Ti/Au オーミック電極をリフトオフならびに熱処理によって形成した。その後、表面に SPCVD 法および PECVD 法により SiN_x を堆積した素子、パッシベーションを行わなかった素子を用意し、これらのソースドレイン間の電流-電圧特性を評価した。その結果をまとめたものを図 2 に示す。パッシベーションを施さなかった素子では、バイアスの往復でドレイン電流に大きなヒステリシスが観測された。一方、SiN_x パッシベーションを施した試料では飽和電流が約 10% 増大した。また、SPCVD でパッシベーションを施した試料では PECVD に比べてヒステリシスが抑制される傾向が観測され、提案手法が有望であることが示された。【参考文献】1) H.Okada et al., AIP Conf. Proc. 1585, 64-67 (2014).

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金(#25420330)および立松財団の支援のもとに実施された。

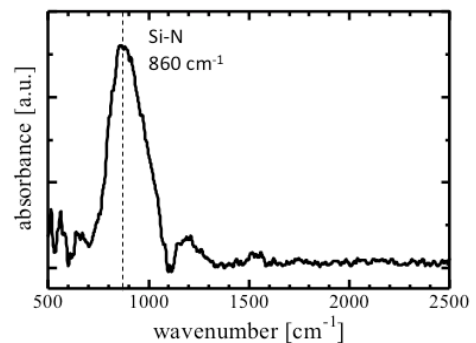


Fig.1 FT-IR spectrum of deposited SiN_x film.

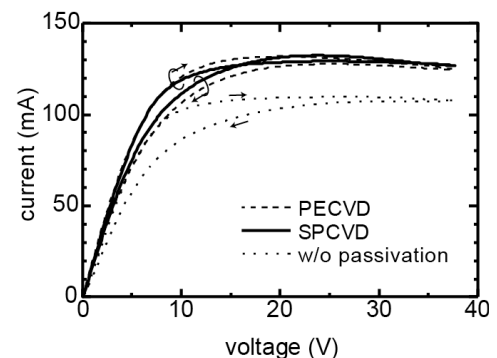


Fig.2 I-V characteristics of gate-less AlGaIn/GaN HEMT. Arrows indicate voltage sweep direction.