20a-D7-4

n-GaN 上 ALD-Al₂O₃膜に対する高圧水蒸気処理の効果

Effect of high pressure water vapor annealing for ALD-Al₂O₃ film on n-GaN 奈良先端大¹, CREST² °吉嗣 晃治^{1*}, 梅原 智明¹, 堀田 昌宏^{1,2}, 石河 泰明^{1,2}, 浦岡 行治^{1,2} NAIST¹, JST-CREST², [°]Koji Yoshitsugu¹, Tomoaki Umehara¹, Masahiro Horita^{1,2}, Yasuaki Ishikawa^{1,2}, and Yukiharu Uraoka^{1,2} *E-mail: yo-koji@ms.naist.jp

1.はじめに

Si デバイスに代わる次世代電力変換素子として GaN 系 HFET が注目されている. 我々はこれ までに, n-GaN 上に形成したプラズマ誘起原子層堆積法による Al₂O₃ ゲート誘電膜が, 順方向バ イアス時におけるゲートリークを大幅に低減することを示してきた[1]. 一方で, 成膜時にプラ ズマを用いない熱 ALD 法(Thermal atomic layer deposition, Thermal-ALD)による Al₂O₃ 膜中では, 低電界領域でゲートリークを誘発する欠陥準位が存在する可能性について言及した. そこで, 熱 ALD-Al₂O₃ 膜の改質を目的として, 堆積後熱処理(Post Deposition Annealing, PDA)の検討を行った. 本研究では, PDA 処理の一種で, 強い酸化を特長とする高圧水蒸気処理(High pressure water vapor annealing, HPWVA)の効果について報告する.

2.実験方法

熱 ALD-Al₂O₃をゲート絶縁膜に用いた n-GaN MIS ダイオードに HPWVA 処理を施し、その改質効果を電気的特性より評価した. Fig.1 に MIS ダイオードの断面模式図を示す. オーミックファーストプロセス[2]より、コンタクト電極 Ti/Al を形成した後、熱 ALD 法にて Al₂O₃ 膜を 300℃、トリメチルアルミニウム(Al(CH₃)₃)と O₃を用いて 20 nm 堆積した. 次に、HPWVA を水蒸気雰囲気の下 270℃、0.5MPa にて 1時間熱処理した. その後コンタクトホールを形成し、ゲート電極 Ti/Al を堆積した. また、比較として熱処理無し、及び N₂雰囲気で 300℃、1 時間 PDA 処理した試料を用いた.





3. 結果と考察

Fig.2 にゲート(アノード)電極に順方向バイアスを印加した 際の J-V 特性を示す. 熱 ALD-Al₂O₃ 膜の絶縁特性は各 PDA 処 理によって改善した. また, N2 雰囲気で PDA 処理した試料と 比較して, HPWVA 処理した試料では改質効果がより顕著にみ られた.しかし、図中破線で示す、Al₂O₃誘電膜中の欠陥準位を 介したゲートリーク成分はほとんど低減されていないことから, 今回実施した各 PDA 処理は、その条件内では欠陥準位を補償す る能力はないと予想される.次に,HPWVA 処理を施した ALD-Al₂O₂/n-GaN 界面を断面 TEM 像より評価したところ, 1 nm 未満の極薄界面層が確認された. Fig.3 に蓄積容量から算出した 見掛けの誘電率を示す. Al₂O₃の理論的誘電率は9程度だが, HPWVA 処理によって見掛けの誘電率は 8.5 とやや低い値を示 した.これは形成された極薄界面層の誘電率に起因するものと 推察される. さらに, C-V 特性に対する high-low 法を用いた界 面準位密度評価より、HPWVA 処理試料の ALD-Al₂O₃/n-GaN 界 面準位密度は、熱処理無しのものと比較して低い傾向を示した. 故に, n-GaN 上 ALD-Al₂O₃膜に対して, HPWVA 処理は界面の 高品質化を実現する,有効な PDA 処理であるといえる.

参考文献

[1] 吉嗣晃治ら,第60回応物春季学術講演会,27p-G4-10,2013年3月.

[2] Y. Hori et al., JJAP 49, 080201 (2010).



