

課題番号 : F-21-WS-0224
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ワイドバンドギャップ半導体用高信頼ゲート絶縁膜技術の開発
 Program Title (English) : High-reliability gate insulation for wide-bandgap semiconductor devices
 利用者名(日本語) : 平岩篤
 Username (English) : A. Hiraiwa
 所属名(日本語) : 早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構
 Affiliation (English) : Research Organization for Nano & Life Innovation, Waseda Univ.
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、熱処理、電気計測、エネルギー関連技術

1. 概要(Summary)

ワイドバンドギャップ半導体素子を実用化する上で高性能・高信頼の表面保護・ゲート絶縁膜の開発が課題となっている。このため、早稲田大学ナノテクノロジープラットフォーム(早大 NPF)設備を用いて Al₂O₃ キャパシタを作成し、上記課題達成に向け検討を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

アトミックレイヤデポジション(ALD)装置、イオンビームスパッタ装置、高性能半導体デバイス・アナライザ

【実験方法】

(001)β-Ga₂O₃ 基板を洗浄後早大 NPF の ALD 装置を用い 450°C にて Al₂O₃ 膜 (32nm) を形成した。早大川原田研所有のランプアニール装置を用いアニール (4%H₂/Ar 雰囲気、600–900°C) を行った後、これも川原田研所有の抵抗加熱真空蒸着装置を用い Al ゲート電極を形成した。最後に早大 NPF のイオンビームスパッタ装置により基板裏面にオーミック電極を形成しキャパシタを完成させた。その後、早大 NPF の高性能半導体デバイス・アナライザ等を用い同試料の電気特性を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作成したキャパシタのゲート電流は、先報[1]と同様、700°C 以上のアニールにより急激に減少した(1)。同急減は Al₂O₃/β-Ga₂O₃ 界面における電子エネルギー障壁の増加によることを、本報告者が開発した空間電荷制限電界放出解析[2]により明らかにした(1)。同キャパシタに電圧ストレスを印加するとフラットバンド電圧が時間とともに単調に増加したが、その変動量はアニールしたものの方が大きかった(Fig. 1、(1))。この結果は GaN 基板に対する結果[3]と対照的であり、Al₂O₃/β-Ga₂O₃ 界面における

固溶体反応[4]に起因している可能性がある。また、同結果は、アニールによらないストレス耐性向上技術の開発を必要とするものである。

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献:[1] M. Hirose, et al., Microelectron. Eng. **216**, 111040 (2019). [2] A. Hiraiwa, et al., J. Appl. Phys. **127**, 065307 (2020). [3] K. Horikawa, et al., J. Vac. Sci. Technol. B **38**, 062207 (2020). [4] V. G. Hill, et al., J. Am. Ceram. Soc. **35**, 135 (1952).
- ・関連文献:(1) A. Hiraiwa, et al., J. Vac. Sci. Technol. B **39**, 062205 (2021). (2) A. Hiraiwa, et al., J. Appl. Phys. **129**, 195303 (2021).
- ・共同研究者:トヨタ自動車株式会社 加渡幹尚様、他

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。

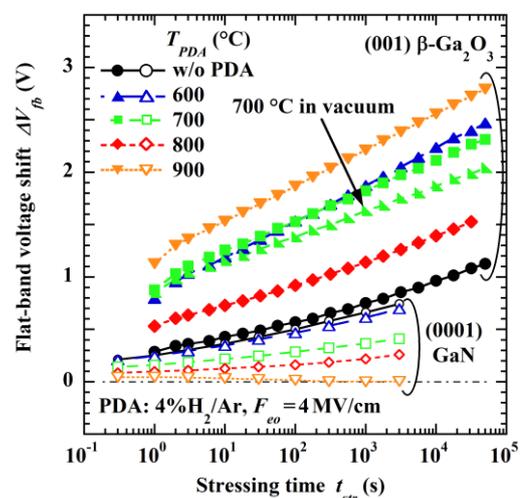


Fig. 1 Flat-band voltage shift of Al₂O₃/(001)β-Ga₂O₃ capacitors by voltage stressing.