

課題番号 : F-17-WS-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Al₂O₃膜のバイアス安定性の改善に向けた成膜後熱処理の検討
 Program Title(English) : Study on post deposition anneal for improvement of bias instability of Al₂O₃ film
 利用者名(日本語) : 堀川 清貴
 Username(English) : K. Horikawa
 所属名(日本語) : 早稲田大学基幹理工学部電子物理システム学科川原田研究室
 Affiliation(English) : Waseda university, Fundamental science and engineering, Electronic and Physician Systems, Kawarada lab.
 キーワード/Keyword : 電気計測, Al₂O₃, ALD, 電圧ストレス, フラットバンド電圧

1. 概要(Summary)

Si 素子、SiC 素子以外の半導体素子においては信頼性に定評がある熱酸化膜を形成する事が出来ないのもそのゲート絶縁膜には原子層堆積(ALD, atomic layer deposition)Al₂O₃ 膜が有望である[1]。その実用化に向け、解決すべき課題の一つにバイアス不安定性(BI, bias instability)がある。これは、電圧ストレスにより Al₂O₃ 膜が帯電し、その結果フラットバンド電圧(V_{fb})すなわち閾値電圧が変動するという問題である。そこで、BI 低減に向け Al₂O₃ 膜形成後熱処理(PDA, post deposition anneal)の効果を検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・高性能半導体デバイス・アナライザ(B1500A)
- ・高耐圧プローバ
- ・アトミックレイヤーデポジション(ALD)装置
- ・高性能分光膜厚測定装置
- ・イオンビームスパッタ装置

【実験方法】

(1)n 型(001)Si 基板上にトリメチルアルミニウム及び H₂O を使用した ALD 法により 450°C にて Al₂O₃ 膜を 32nm 形成した。その後、所定温度の 4%H₂/Ar 雰囲気中において 30 分間 PDA を施し、最後に開孔するシャドーマスクを用いた抵抗加熱蒸着法により Al 電極を形成した。

(2)半導体デバイス・アナライザでリーク電流を測定しながらゲート電極に正の一定電圧を所定の時間印加した後に容量・電圧特性を測定するという操作を反復し、解析を行った。ここで、上記ゲート電圧は Al₂O₃ 膜中の酸化膜換算電界強度が 4MV/cm となるように調整した。

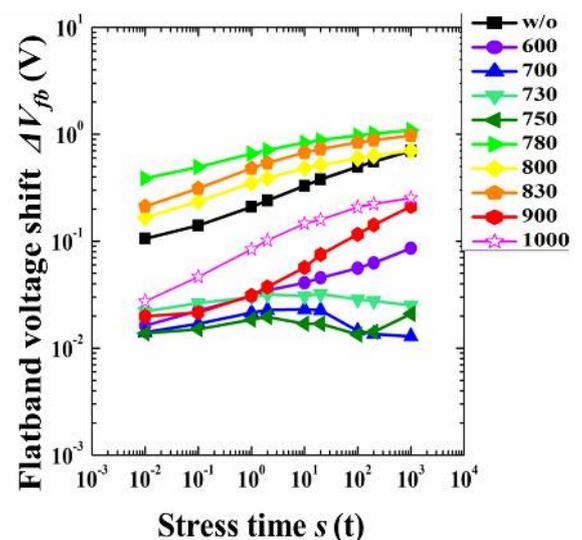


Fig. 1 Flat band voltage shift by annealing.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 より PDA 温度としては 750°C 付近が最適な温度ということがわかる。780°C 以上になると V_{fb} 変動量が大きく増加する。Al₂O₃ 膜が 780°C 以上において結晶化することを X 線回折測定により確認しており上記 V_{fb} 変動量の増加はこの結晶化によるものだと考える。

4. その他・特記事項(Others)

本研究遂行に当たり、文部科学省「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」の支援を得た。

・参考文献

[1] A. Hiraiwa, *J. Appl. Phys.* **119** (2016) 064505.

・関連文献

堀川 清貴, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 29 年 9 月 5 日発表

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。