

シリコン窒化膜の常磁性欠陥に対する熱処理の効果

Thermal annealing effect on paramagnetic defects in silicon nitride films

東海大学大学院, ^{○(M)}ナウシャド・シャクール, 石川貢吉, 小林清輝Tokai University, Graduate School of Engineering, ^{○(M)}N. Shakoar, K. Ishikawa, and K. Kobayashi

E-mail: kkbys@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

【目的】高集積不揮発性メモリのメモリセル構造として電荷捕獲絶縁膜にシリコン窒化膜を用いる MONOS (Metal-Oxide-Nitride-Oxide-Silicon) 型が注目されている。そのメモリ特性を向上するためには、シリコン窒化膜中の点欠陥の起源と性質について理解することが重要である。これまで我々は、シリコン窒化膜の常磁性欠陥である K^0 センターの生成が、伝導電流の増加を引き起こすと考えられることを示してきた[1, 2]。今回、窒化膜に生成した K^0 センターに対する熱処理の効果について報告する。

【実験方法】試料は、p 型(100)シリコン基板上に形成した膜厚 198~238 nm のシリコン窒化膜である。窒化膜は、 SiH_2Cl_2 と NH_3 ガスを用いて枚葉式 LPCVD (Low-Pressure Chemical Vapor Deposition) 装置で堆積した。成膜温度は 750°C である。試料に対し、室温で紫外光(波長 254 nm, 4.9 eV)を照射して K^0 センターを生成させ、27~400°C の温度で熱処理を行った。その後、各試料に対し室温で ESR (Electron Spin Resonance) 測定を行った。

【実験結果と考察】紫外光照射後に 400°C で熱処理を行ったシリコン窒化膜の ESR スペクトルを、Fig. 1 に示す。熱処理時間の経過につれて K^0 センターの信号が減衰した。Fig. 2 に、常磁性欠陥密度の変化率と熱処理時間の関係を示す。熱処理温度が高くなるにつれて常磁性欠陥密度の減衰量が大きくなった。150°C または 240°C の熱処理によって K^0 センター密度が減少した試料に対し再度の紫外光照射を行うと、 K^0 センター密度は再び増加した。 K^0 センターは準安定状態の欠陥と考えられる。常磁性の K^0 センターが安定な反磁性状態に遷移するために必要なエネルギーについて検討した結果についても報告する予定である。

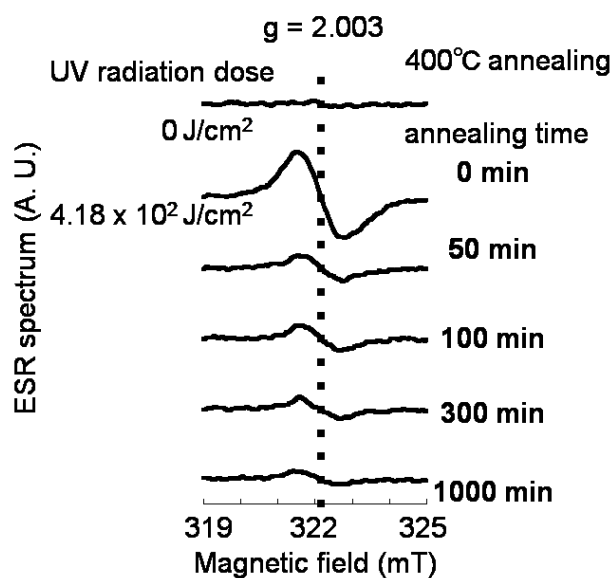


Fig. 1 紫外光照射後に 400°C で熱処理を行ったシリコン窒化膜の ESR スペクトル

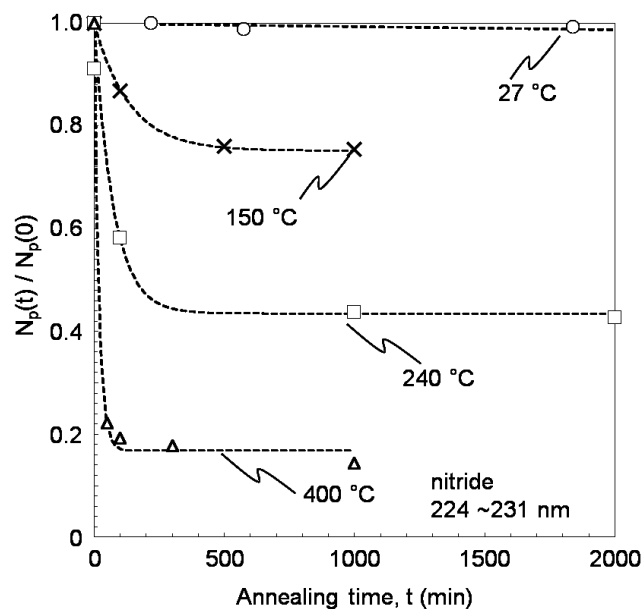


Fig. 2 常磁性欠陥密度の変化率と熱処理時間の関係

【謝辞】本研究に対し多大の御支援を頂いた東海大学未来科学技術共同研究センター室長の宮本泰男氏、原木岳史氏に深く感謝の意を表します。さらに、多くの有益なご意見、ご協力をいただいた齊藤雄天氏に感謝致します。本研究は一部科学研究費補助金(基盤研究(C) 21560336)の助成のもとに行われました。

【参考文献】[1] K. Kobayashi and K. Ishikawa, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 50 (2011) 031501.

[2] シャクール, 鈴木, 石川, 小林: 第 73 回応用物理学会学術講演会 11a-PB1 -18 (2012 秋).