

共鳴核反応法を用いた水素分布測定
および水素による絶縁膜劣化機構の詳細解析

Detailed study of the relationship between SiO₂ degradation and hydrogen movement using nuclear reaction analysis

東芝 研開セ¹, 東大生産研² ○東悠介¹, 高石理一郎¹, 鈴木正道¹, 加藤弘一¹, 富田充裕¹, 三谷祐一郎¹, 松本益明², 小倉正平², 福谷克之²

Advanced LSI Research Laboratory, Corporate R&D Center, Toshiba Corporation¹,
Institute of Industrial Science, University of Tokyo² ○Yusuke Higashi¹, Masamichi Suzuki¹, Riichiro Takaishi¹, Koichi Kato¹, Mitsuhiro Tomita¹, Yuichiro Mitani¹, Masuaki Matsumoto², Shohei Ogura², and Katsuyuki Fukutani² E-mail: yusuke.higashi@toshiba.co.jp

水素による絶縁膜劣化機構の解明および絶縁膜信頼性向上を目的として、共鳴核反応法 Nuclear Reaction Analysis (NRA)による水素分析及び信頼性評価を行った。NRA では水素分析のために高エネルギーN イオンビームを照射するが、このイオンビーム照射が電氣的ストレスと同様の効果をもたら、絶縁膜中の水素分布が変化することが Liu らによって報告されている[1]。我々はこの水素の移動を詳細に解析するため、Al/SiO₂(Dry 950℃成膜)/Si 積層膜を用いてイオンビームの照射量毎の水素分布を取得した。その結果イオンビーム照射に伴い Al/SiO₂ 界面に偏在している高濃度水素が SiO₂/Si 界面に移動し凝集していく様子を明らかにした。また Al 成膜前の熱処理によって Al/SiO₂ 界面の初期水素濃度が低減され、これに伴いビーム照射による SiO₂/Si 界面への水素の凝集が抑制されることを見出した(Fig.1)。さらに同条件で熱処理を行ったキャパシタ試料に対し電氣的ストレスを印加し Terman 法を用いて界面準位生成量の評価を行った。その結果、上記熱処理を行うことで電氣的ストレスによる界面準位生成も抑制されることを確認した(Fig.2)。また、ストレス印加によるフラットバンドシフト量は界面準位密度から見積もられる値よりも大きいことから、電氣的ストレスによって界面準位のみではなくバルク中の欠陥も生成されていると考えられる。このバルク中欠陥によるフラットバンドシフト量と界面準位生成量との相関を確認したところ、熱処理の有り無しによらず非常に良く整理することが出来た(Fig.3)。これはバルク中欠陥と界面欠陥が同じ機構で起きていることを示唆しており、我々はこれらの結果から電氣的ストレスにより Al/SiO₂ 界面から SiO₂/Si 界面へ移動する水素が SiO₂ バルク中の欠陥生成および界面準位生成の両方に関与していると結論付けた。本発表ではこれらの結果と合わせて水素拡散に因る絶縁膜劣化機構について議論する。[1] Z. Liu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92** (2008) 192115.

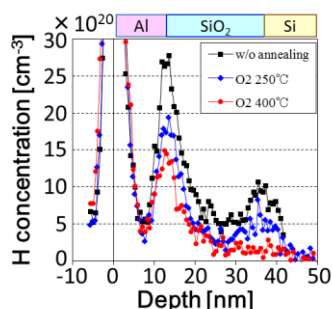


Fig.1 Hydrogen distributions with each annealing condition evaluated by NRA.

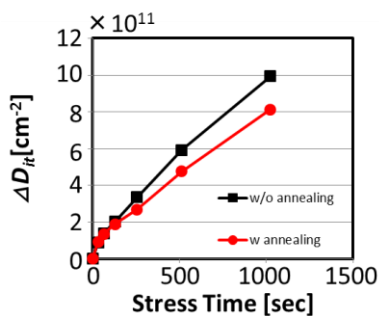


Fig.2 Generated interface defect densities depending on electrical stress time for specimens w/o and with annealing.

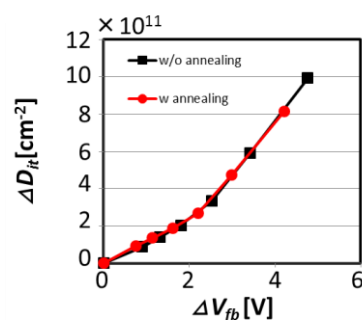


Fig.3 Plots of generated interface defect density vs. V_{fb} shift for specimens w/o and with annealing.