

LPCVD SiN 膜耐圧と N₂ アニール温度 (II) ESR 解析と FTIR 結果

LPCVD SiN Film Breakdown and N₂-anneal Temperature (II): ESR and FTIR Evaluations

香川大創造工¹, ローム浜松², EBL³ ○宮川 勇人¹, 栗田 久嗣², 中村 真貴², 神垣 良昭³

Kagawa Univ.¹, ROHM Hamamatsu.², E&B Research Lab.³,

○Hayato Miyagawa¹, Hisatsugu Kurita², Masataka Nakamura², Yoshiaki Kamigaki³

E-mail: miyagawa.hayato@kagawa-u.ac.jp

【緒言】絶縁膜として応用上重要度の高い LP-CVD 成膜の SiN 膜について、その耐圧性能が成膜後の N₂ ガスアニール温度に依存することが判明している。耐圧不良（絶縁破壊）は SiN 膜内部の結合欠陥のみならず、SiN 膜とその下部の Si 基板との間に存在する酸化膜の近傍や、Si 基板界面における欠陥に由来する可能性がある。しかし絶縁破壊の主たる原因となる結合欠陥の種類やその存在する部位の特定はなされていない。本研究では、電子スピン共鳴（ESR）法およびフーリエ変換赤外分光（FTIR）法をアニール温度の異なる SiN 膜試料に適用し、特に微細な ESR スペクトルの信号分離を高精度に行うことで絶縁破壊の原因となる結合欠陥の種類の特特定を試みた。

【実験方法】SiN 膜試料は縦型 LP-CVD 法により、基板温度 700℃、ジクロロシラン(SiH₂Cl₂)/アンモニア(NH₃)の混合ガス比 0.1 の条件にて設計膜厚 55nm として Si(0 0 1)基板上に成膜した。700℃～1150℃までの幾つかの N₂ アニール温度にて 1 時間熱処理した試料およびアニール処理しない試料を測定に用いた。ESR 測定は JEOL JES-RE2X を用いマイクロ波周波数 9.4GHz、出力 0.4mW にて室温で行った。統計精度を上げるために積算回数を 300 回程度 (>√256 以上) とした。FTIR は Fischer Scientific NICOLET8700 により室温にて N₂ パージを 1 時間行った後に測定した。

【結果と考察】図 1 にアニール温度 900℃（UV 照射後）の ESR スペクトルとピーク分離の様子を示す。SiN 膜内 (K center)、酸化膜近傍 (E' center)、Si 界面 (Pb center) の他に報告のない M center の存在が確認された。M center の欠陥数は絶縁破壊頻度の高い 900℃アニールにて極大を示しており破壊機構に深く関与しているといえる。図 2 に FTIR スペクトルにおける Si-H 伸縮振動ピーク付近の拡大図を示す。アニール温度の上昇に伴い Si-H 結合の信号が減少しピーク分裂している様子が見られた。Si 基板/SiN 膜界面の酸化膜から SiN 膜内への酸素の拡散がある程度進んでいることが推測され、酸素と Si 欠陥との関係が絶縁破壊（耐圧特性）に影響している可能性がある。

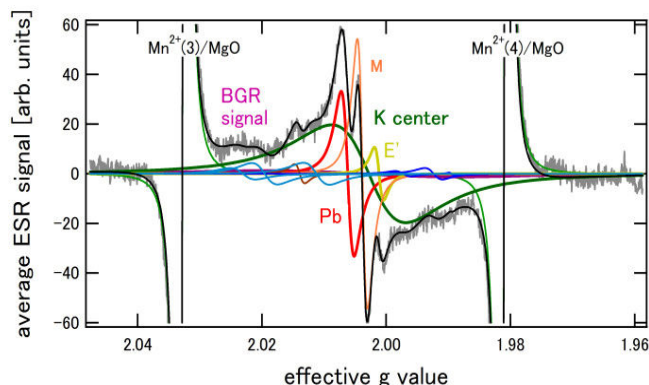


図 1 アニール温度 900℃の SiN 膜の ESR スペクトル

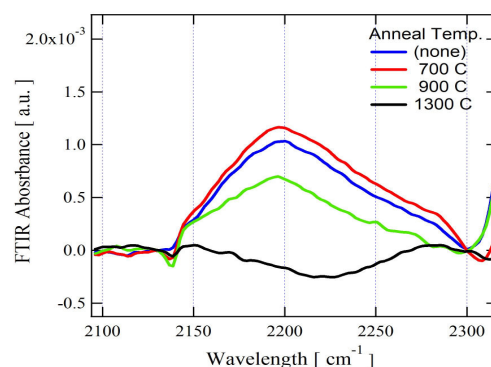


図 2 FTIR における Si-H 伸縮信号のアニール温度依存性