

課題番号 : F-20-AT-0122
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : シリコン窒化膜中のトラップ評価と水素による特性変調に関する研究
 Program Title (English) : A study of trapping characteristics in SiN thin films
 利用者名(日本語) : 三谷祐一郎
 Username (English) : Y. Mitani
 所属名(日本語) : 東京都市大学理工学部電気電子通信研究科
 Affiliation (English) : Electrical, Electronics and Communication Engineering, Faculty of Science and Engineering, Tokyo City University
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、ナノエレクトロニクス、シリコン窒化膜、トラップ、水素

1. 概要(Summary)

原子層堆積法(ALD法)を用いた薄膜シリコン窒化膜は不揮発性メモリの電荷トラップ膜として用いられているが、そのトラップのエネルギー準位(シリコン窒化膜の伝導帯端からの深さ)は水素の存在によって浅化することが知られている[1]。この起源を調べるために、シリコン窒化膜を堆積後に東京都市大学総合研究所の各種プロセス装置を用いて、水素とトラップ深さの関係について、物理的、電気的評価により明らかにする。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置[FlexAL]

【実験方法】

フッ酸処理した Si 基板状に約 10 nm のシリコン窒化膜(ALD-SiN 膜)を形成。膜厚測定は分光エリプソメトリ、膜中水素の存在形態を調べるために赤外線吸収分光法、二次イオン質量分析分析を実施した。また、この ALD-SiN 膜に室温で水素プラズマ処理を施し、処理前後の変化を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に成膜直後の赤外線吸収スペクトルを示す。Si-N 結合を示すスペクトルに加え Si-O 結合や Si-OH 結合の吸収が観測される。Fig. 2 は分光エリプソメトリにより評価した膜厚及び波長 589.3 nm における屈折率を示す。成膜直後において屈折率が 1.63 とシリコン窒化膜の屈折率の文献値 2 前後に比べて小さく、前述の赤外線吸収スペクトルの結果と併せて考えると酸素が膜中に混入している可能性が示唆される。次に、この膜に室温で水素プラズマ処理(HPA: hydrogen Plasma Anneal)を施すと、膜厚は約 4%とわずかではあるものの減少し、屈折率は増加することがわかる。CVD-SiO₂ 膜において水素プラズマ処理により OH 基などが減少し高密度化し膜厚が減少す

ることが知られているため、本研究で用いた ALD-SiN 膜においても水素プラズマ処理が ALD-SiN 膜構造に何かしらの影響を及ぼしたものと推察される。今後詳細な構造解析に加え、金属電極を形成した試料を用いて電気特性評価を行い、本結果の起源の解明、トラップ特性への効果に関して検討を進める。

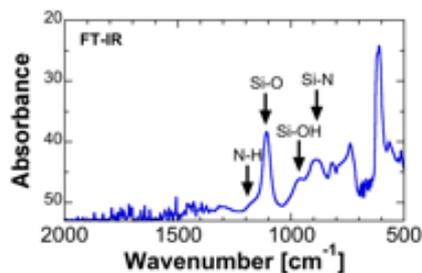


Fig. 1 IR spectra of ALD-SiN film.

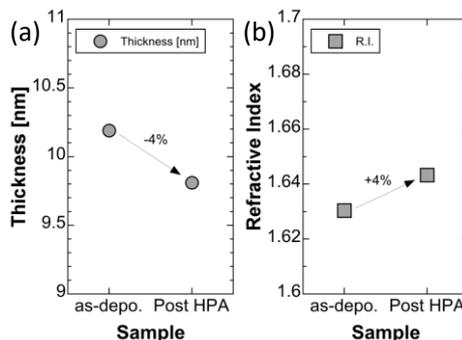


Fig. 2 Film Thickness (a) and refractive index (b) of ALD-SiN before/after hydrogen-plasma anneal (HPA).

4. その他・特記事項(Others)

参考文献: [1] H. Seki et al., JJAP 57, (2018)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。