

課題番号 : F-21-KT-0154
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : プラズマ暴露による機能性材料の粘弾性特性および電気特性変化の研究
 Program Title (English) : A study on viscoelastic property change and electrical characteristic change of functional materials by plasma irradiation
 利用者名(日本語) : 濱野 誉, 江利口 浩二
 Username (English) : T. Hamano, K. Eriguchi
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Eng., Kyoto University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 膜加工・エッチング, シリコン, 欠陥, マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

プラズマプロセス時に固体材料表面近傍に形成される欠陥(プラズマ誘起欠陥)が, デバイス性能, 信頼性に大きな影響を与えている. 近年デバイス構造の 3 次元立体化に伴い, 複雑な 3 次元構造作製過程における欠陥形成が懸念されている. 例えばトレンチ側壁における確率的欠陥層形成など 3 次元構造特有の欠陥形成機構が予測され, その実験的解析が期待されている. 一方, 微細構造体内部に対して欠陥解析を行うことは難しく, 特に電子状態変化を同定した報告例は少ない. 本研究では非接触, 高感度な光学的欠陥解析手法である顕微フォトフレクタンス分光法を応用して, Si 深掘り孔側壁に形成されるプラズマ誘起欠陥層を解析した.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面マスクアライナー, レジスト塗布装置, レジスト現像装置, ウェハスピン洗浄装置, 深掘りドライエッチング装置 2

【実験方法】

Bosch プロセス(C_4F_8 , SF_6 ガス)を用いて n 型低抵抗 Si 基板内に深掘り孔(30 μm 角, 深さ 150 μm)を作製した. その後誘導結合型プラズマ(Ar, He ガス)に 30 秒暴露した. 基板ステージに生じる直流自己バイアス電圧(V_{dc})を変化させることで入射イオンエネルギーを制御した. プラズマ暴露前(Ref. 1)と暴露後に対して, 顕微フォトフレクタンス分光法により深孔側壁の欠陥層を解析した.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した深掘り孔の SEM 画像を示す. プロセス条件最適化により, 形状異常なく構造を作製できていることがわかる. Fig. 2(a)に深孔側壁中央領域に対して計測したフォトフレクタンス(PR)スペクトルの V_{dc} 依存性を

示す. 入射イオンエネルギーの増加に伴いピーク振幅の減少が見られ, これは欠陥密度の増加を意味する. 次に Fig. 2(b)に PR スペクトルのガス種依存性を示す. He の場合, Ar と比較して欠陥密度が高いことがわかった. これは He イオン質量が小さく, 側壁表面における散乱確率が高いためと考えられる.

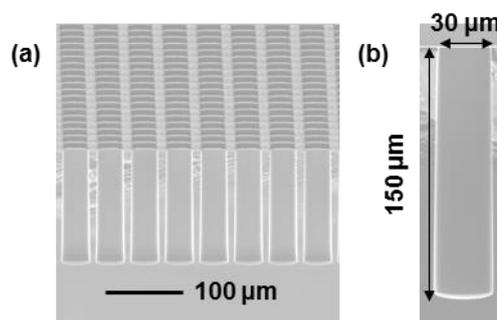


Fig. 1 SEM images of deep holes in Si substrates.

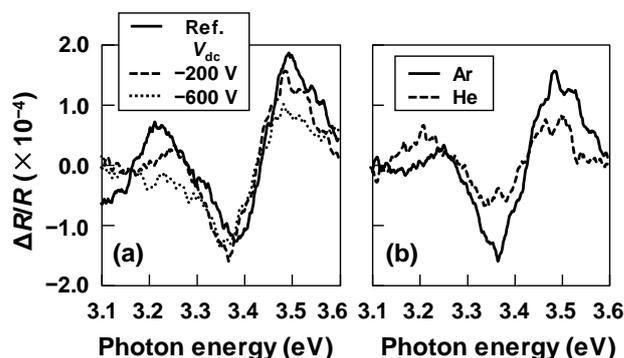


Fig. 2 (a) Incident ion energy and (b) gas species dependences of photoreflectance (PR) spectra for plasma-damaged sidewalls of deep holes.

4. その他・特記事項(Others) なし.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Hamano, K. Urabe, and K. Eriguchi, Proc. 42nd Int. Symp. Dry Process, 2021, p. 33. Nov. 18
 口頭発表

6. 関連特許(Patent) なし.