

塗布膜を用いたレーザードーピング法による シリコン極浅高濃度ドーピング層の形成

Formation of silicon ultra-shallow high-concentration doping layer by laser doping method using a coating film

九大シス情¹, 九大ギガフoton共同部門²

○倉重 貴行¹, 水谷 彬², 片山 慶太¹, 中村 大輔¹, 池上 浩^{1,2}

ISEE, Kyushu Univ.¹, Dept. of Gigaphoton Next GLP, Kyushu Univ.²

○Takayuki Kurashige¹, Akira Mizutani², Keita Katayama¹, Daisuke Nakamura¹, Hiroshi Ikenoue^{1,2}

E-mail: ikenoue.hiroshi.834@m.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

ULSI の高密度化に伴いナノデバイスの研究開発競争が活発になってきており, Fin-FET を用いたロジックデバイスは既に量産段階に入っている. 現在, Gate All Around FET, Nano Sheet FET の開発競争が激化しており, これらのデバイスでは表層数 nm の極浅領域での n 型および p 型ドーピング層の形成が必要となる. イオン注入やプラズマドーピングでは, 高エネルギー粒子に半導体表面を晒すため表層数 nm 以下の領域にダメージなくドーピングを行うことが困難である. 一方, Solid State Doping + Rapid Thermal Annealing(RTA) 法は高エネルギー粒子を用いない熱拡散法であるため表層での結晶ダメージを回避でき, 極浅ドーピングを実現できることが知られている. 我々は超短パルス紫外レーザー光源を RTA の代わりに熱源として用いることで, さらに深さ制御性の高い極浅ドーピングが実現できると考えている. 本研究では表層 5 nm 以下のドーピングを目標とし, シリコンに対する吸収長が 4.7 nm である波長 266 nm の超短パルスレーザーを熱源として用いた.

本講演では, 拡散源としてドーパントを含んだ溶液をシリコン表面上に塗布し, 超短パルス紫外レーザー照射を行うことでシリコン極浅領域へのドーパントの拡散と活性化を試みたので, その結果を報告する.

2. 実験

照射光源には波長 266 nm, パルス幅 7 ps の超短パルスレーザーを使用した. サンプル基板はボロンドープの P 型シリコン基板を用いた. 希フッ酸溶液洗浄と UV 照射による親水処理を施した後, 単結晶シリコン上へドーパントを含む溶液(リン酸)のコーティングを行った. コーティングした薄膜に対しフルエンス 6 ~ 76 mJ/cm², 照射回数 20 shots でレーザーを照射しリンのドーピングを行った. 照射後, 二端子抵抗測定, 触針段差計測定, 二次イオン質量分析(SIMS)を行った.

3. 結果

レーザードーピング後の単結晶シリコンの抵抗の変化を二端子法にて測定した結果を Fig.1 に示す. Fig.1 から 6~16 mJ/cm² のフルエンス範囲にて低抵抗化が達成できることを確認した.

レーザードーピング後の表面を触針段差計により測定した結果, 24 mJ/cm² 以下では, 表面凹凸高さに殆ど変化はなく, アブレーション加工などによる形状損傷が生じていないことを確認した.

低抵抗化が生じ, 表面凹凸高さに変化がない 6~16 mJ/cm² の条件において, ドーパントの拡散と活性化が実現していると考えられる. 照射フルエンス 14 mJ/cm² における SIMS によるリンの深さ分布測定結果を Fig.2 に示す. Fig.2 より表層 4 nm 以下の領域に高濃度のリンが存在していることが分かる.

以上より単結晶シリコンにリン酸溶液を塗布し超短パルス紫外レーザーを照射することで, 深さ 4 nm 以下の極浅ドーピング層が形成可能であると期待される.

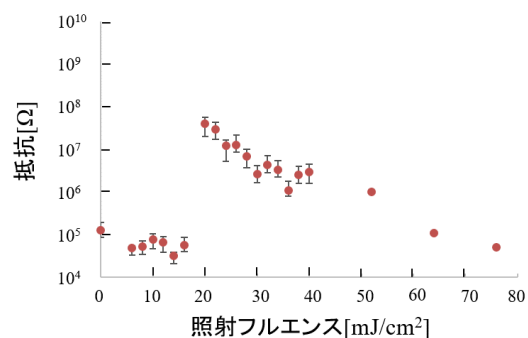


Fig.1 Fluence dependence of resistance by 2-terminal method

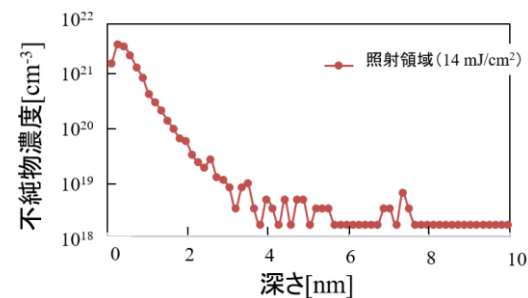


Fig.2 Impurity concentration distribution in the depth direction in the unirradiated area and the irradiated area (14 mJ/cm²)

【謝辞】

本実験における超短パルス紫外レーザー照射実験にご協力頂いたスペクトロニクス(株)に感謝致します。