

硫黄を過飽和ドーピングした Si 単結晶への熱アニーリングの効果

Effect of thermal annealing on Si single crystals doped with sulfur supersaturation

甲南大理工¹, 関西大システム理工², 長尾克紀¹, 齊藤正², 稲田貢², 丹野裕貴², 内藤宗幸¹,
小林勇輝¹, 青木珠緒¹, 杉村陽¹, 梅津郁朗¹

Fac. of Sci. and Eng., Konan Univ.¹, Kansai Univ.², Katsuki Nagao¹, Tadashi Saitoh²

Mitsuru Inada², Yuki Tanno², Muneyuki Naitou¹, Yuki Kobayashi, Tamao Aoki¹, Akira Sugimura¹, Ikuro Umezu¹

E-mail: m1321006@center.konan-u.ac.jp

I. 背景・目的

エキシマレーザーによるPLMで作製された硫黄が過飽和ドーピングされたシリコンではバンドギャップ以下のエネルギー領域での光吸収が確認されている。これは中間バンドの形成を示唆し中間バンド型太陽電池材料として期待されている。しかし、Siのバンドギャップ以下のエネルギー領域での光吸収の増加の原因は明確ではない。一方でこの光吸収は熱アニーリングで減少することが知られている。これは熱アニーリングが与える構造変化が物性に影響を与えることを示す。そこで、本研究はPLM後に熱アニーリング処理した試料の光学的特性および電気的特性の評価を行った。

II. 実験

5~25Ωcmのp型Siウェハーに硫黄を 1×10^{16} ions/cm²のドーピング量でイオン打ち込みし、YAGレーザーを用いてPLM法(フルーエンス1.1J/cm²)で基板表面から約200nmの層を過飽和ドーピングした試料を作製した。その後、アニーリング処理無しの試料と250℃、500℃および750℃で30分間熱アニーリング処理を行った試料の光学、電気伝導特性を比較した。電気伝導特性は20~270Kの温度域で測定した。

III. 結果・考察

PLM後に熱アニーリング温度 0(処理なし)、250、500 および 750℃で作製した試料の電気伝導、光吸収スペクトルおよび光電気伝導の結果をそれぞれ図 1、図 2 および図 3 に示す。図 1 より熱アニーリング温度の増加とともに伝導率が増加した。この結果より PLM 後に熱アニーリング処理を行うことによって移動度またはキャリア密度が増加したと考えられる。図 2 より熱アニーリング温度の増加とともに光吸収が減少し、750℃では吸収はほぼ消失する。また 0.2eV 以下では吸収係数の逆数が波長の2乗に比例しているため、これはフリーキャリア吸収と考えられる。キャリア密度を見積もると熱アニーリング温度の増加とともにキャリア密度が減少していることがわかった。この移動度の増加傾向とキャリア密度の減少傾向はフルーエンス 0.9J/cm² で作製された試料でホール測定でも観測された。

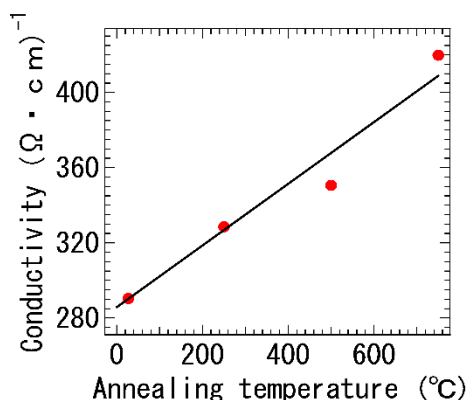


図 1

0.6eV 付近の吸収ピークは硫黄の不純物バンドの可能性が

ある。一方、図 3 の光電気伝導はバンドギャップ以下のエネルギー領域では 0.9eV 付近まで光電流が見られるが、熱アニーリング温度の増加とともに光電流が減少しており、この傾向は光吸収と対応しているが 0.6eV 付近には光電流は観測されなかった。当日は電気伝導の温度依存性の結果と合わせて議論する。

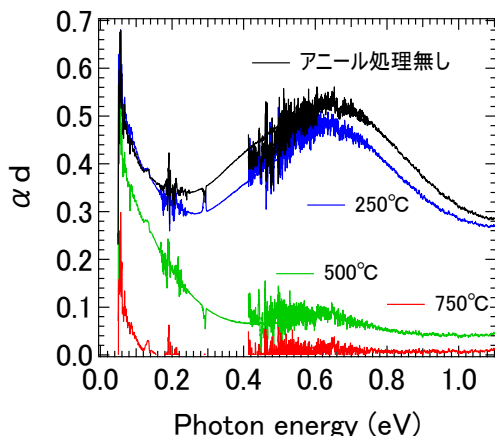


図 2

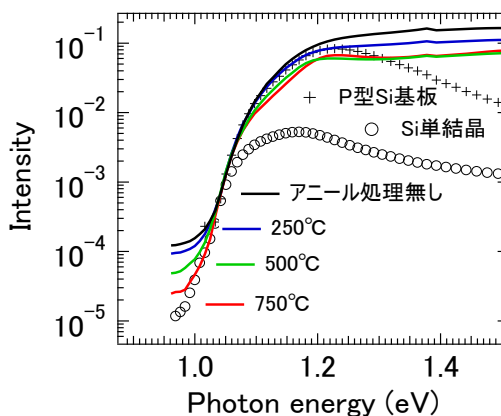


図 3