

硫黄を過飽和ドーピングしたSi単結晶の光吸収と電気伝導特性

optical absorption and electric conduction properties
of silicon supersaturated with sulfur

甲南大理工, ○中井達也, 内藤宗幸, 小林勇輝, 長尾克紀, 青木珠緒, 杉村陽, 梅津郁朗

Fac. of Sci. and Eng. Konan Univ.○Tatsuya Nakai, Muneyuki Naitou, Yuki Kobayashi,
Katsuki Nagao, Tamao Aoki, Akira Sugimura, Ikurou Umezu

E-mail: m1421004@center.konan-u.ac.jp

I 背景・目的

硫黄をイオン打ち込みしたシリコン単結晶基板に対してパルスレーザーメルティング (PLM) を行うことによって硫黄の過飽和ドーピングが可能である。硫黄の過飽和ドーピングによって、バンドギャップエネルギー以下での光吸収の増加が報告されている。この光吸収の原因は、シリコンのバンドギャップ内で形成された中間バンドによるものである可能性があると報告されており、中間バンド型太陽電池材料として期待されている。本研究は作成時のレーザーフルエンスを変えることによって生じる結晶性の変化によるバンドギャップエネルギー以下での光吸収、および光電気伝導の振舞いを調べた。

II 実験

1×10^{16} ions/cm² のドーズ量の硫黄イオンを 95keV で約 200nm の深さにイオン打ち込みした p 型 Si ウエハに PLM を行い、約 200nm の層を過飽和ドーピングした試料を作製し、光吸収量 (αd) および光電気伝導の測定を行った。光電気伝導の測定には金アンチモン (AuSb) を蒸着し平行電極を形成した。また、 1×10^{16} ions/cm² のドーズ量のシリコンイオンを 85keV で約 200nm の深さにイオン打ち込みした p 型 Si ウエハに PLM を行い、光吸収を測定した。

III 結果・考察

シリコンに硫黄を過飽和ドーピングした試料の光吸収スペクトルのレーザーフルエンス依存性を図 1 に示す。1.0J/cm² 以下のフルエンスで作製された試料では 0.4eV 付近に、それ以上のフルエンスでは 0.6eV 付近に吸収のピークが見られた。また、それぞれの試料でシリコンバンドギャップ付近に裾吸収が見られ、0.6J/cm² 以上のフルエンスで作製された試料では自由電子による低エネルギー側の吸収が見られた。一方、シリコンがイオン打ち込みされた試料 (図 2) では硫黄を過飽和ドーピングした試料に見られた自由電子吸収や 0.6eV 付近の吸収は見られなかった。0.4J/cm² 以下のフルエンスで作製された試料では 0.4eV 付近に吸収のピークと裾吸収が見られる。フルエンスが 0.6J/cm² 以上ではこれらの吸収は見られなかった。これは、これらの吸収はイオン打ち込みにより生じた構造の欠陥によるものであり、フルエンスが大きくなると結晶性が良くなったために消失したものと考えられる。熱伝導シミュレーションの結果から 0.4eV のフルエンスではレーザーによる熔融深さが約 140nm で基板深さまで届いていない。そのため、この吸収は試料表面付近の構造欠陥の影響だと考えられる。以上より、硫黄がドーピングされた試料の吸収の原因について①「自由電子による低エネルギー側での吸収」、②「0.6eV でのピーク」については硫黄の効果によるものであり、③「0.4eV 付近での吸収」や、④「裾吸収」は試料の構造欠陥の効果によるものだと考えられる。これらの成分の重ね合わせにより硫黄がドーピングされた試料の吸収スペクトルが決定されると考えられる。当日は光電気伝導の結果と合わせてレーザーフルエンス、試料の結晶性、光吸収、光電気伝導の関連性を議論する。

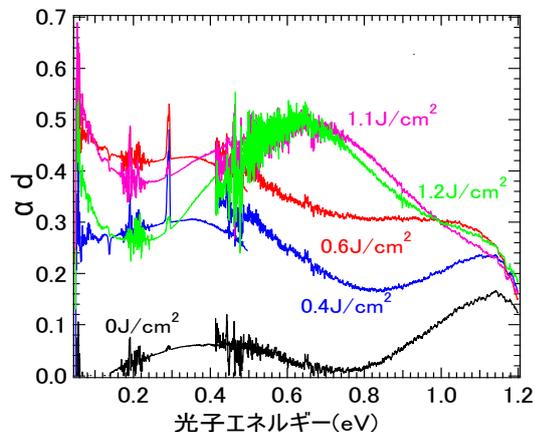


図 1

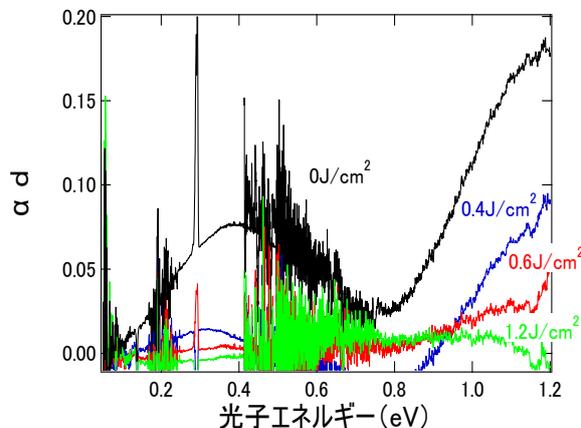


図 2