

パルスレーザーメルティング法を用いて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のフルーエンス依存性

Effects of laser fluence optical absorption and electric conduction for silicon supersaturated with sulfur by pulsed laser melting method

甲南大理工¹, 関西大システム理工², ○長尾克紀¹, 稲田貢², 内藤宗幸¹, 則村憲吾¹, 中井達也¹, 青木珠緒¹, 杉村陽¹, 梅津郁朗¹

Dept. of Phys. Konan Univ¹, Kansai Univ², ○Katsuki Nagao¹, Mitsuru Inada², Muneyuki Naitou¹, Kengo Norimura, Tatsuya Nakai¹, Tamao Aoki¹, Akira Sugimura¹, Ikurou Umezu¹

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

I. 背景・目的

パルスレーザーメルティング (PLM) 法を用いればイオン打ち込みされた非晶質層を再結晶化させることができ過飽和ドーピングされた単結晶層の作製が可能となる。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中間バンドの形成の可能性が示唆されている。PLMにおいて照射レーザーフルーエンスは再結晶化に最も重要なプロセスパラメータである。しかし、これまでの研究ではフルーエンスと物性の関係は詳しく議論されてない。そこで、本研究はレーザーフルーエンス変化させ、光吸収および電気伝導の評価を行い、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を解明することを目的とした。

II. 実験

5~25 Ω cmのp型Siウェハーに硫黄を 1×10^{16} ions/cm²のドーズ量でイオン打ち込みし、YAGレーザーを用いてPLM法で基板表面から約200nmの層を過飽和ドーピングした試料を作製した。その試料の断面TEMを観察した。またバンドギャップ以下のエネルギーでの光吸収を測定した。

III. 結果・考察

図1のラマン散乱測定の結果よりフルーエンスが0.9 J/cm²以上では良好な結晶性を示した。フルーエンス0.9および1.1 J/cm²で作成された試料の断面TEM像の結果を図2、3に示す。回折パターンやラマン散乱測定では両者共に良好な結晶性を示すが0.9 J/cm²では再結晶化したダメージ層(約200 nm)とSi基板の界面が完全に消えてはいない。一方、1.1 J/cm²では界面は観察できず良好にエピタキシャル成長をしている。光吸収スペクトルのレーザーフルーエンス依存性を図4に示す。0.5 eV付近での測定値の違いは異なる分光光度計を用いたためである。イオン打ち込みのみ行った試料(As-implanted)には、0.4 eV付近に吸収のピークがある。これは、イオン打ち込みによる欠陥準位または硫黄による不純物準位による吸収と考えられる。また、シリコンのバンドギャップ(1.1 eV)付近では非結晶の特性である裾吸収が見られる。フルーエンスを増加させると1.0 J/cm²までは0.4 eV付近に吸収のピークがあり、裾吸収も残っているように見られる。吸収のピーク位置は図4の挿入図に示すように1.1 J/cm²以上のフルーエンスで0.6 eV付近にシフトしている。これらの結果から結晶性の悪い試料では0.4 eV付近に、比較的良い試料では0.6 eV付近に吸収ピークをもつと考えられる。当日は電気伝導の結果と合わせて吸収ピークの原因について議論する。

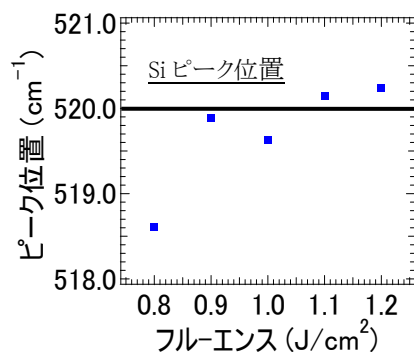


図 1

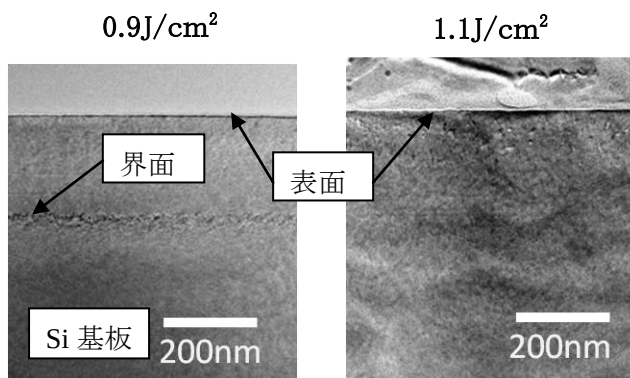


図 2

図 3

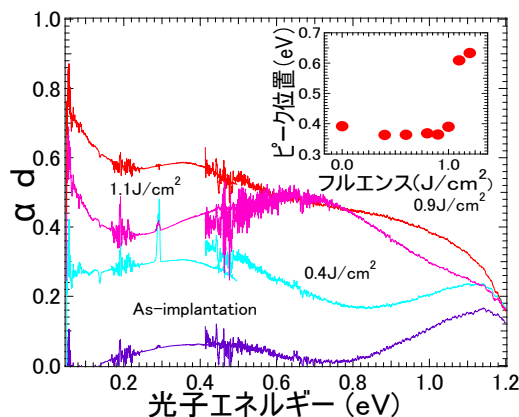


図 4