

電子線照射発光活性化 PL 法における Si 中の炭素濃度計測の電子線照射量影響

Impact of electron dose for analysis on carbon concentration in silicon crystal using photoluminescence spectroscopy after electron irradiation via luminescence activation

グローバルウェーハズ・ジャパン ○中川 聡子, 永井 勇太

GlobalWafers Japan, [◎]Satoko Nakagawa, Yuta Nagai

E-mail: Satoko_Nakagawa@sas-globalwafers.co.jp

【背景・目的】 省エネ化、エネルギーのクリーン化に伴い、パワー半導体市場は急速に拡大している。パワー半導体基板としての Si ウェーハは、主に高耐圧化に優れた特性を有する浮遊帯溶融法 (FZ 法) により生産されているが、チョクラルスキー引き上げ法 (CZ 法) よりも大口径化が難しく、急速に拡大する市場の伸びに対応可能な生産能力を十分に有しているとは言えない。そこで、CZ 法による Si ウェーハに対し、炭素不純物コントロールが高品質化のキーであると考え、低炭素結晶開発及び低炭素濃度計測技術開発に取り組んできた。ここで、電子線照射発光活性化後のフォトルミネッセンス (Photoluminescence: PL) 測定を用い、シリコン中の炭素濃度について、一定の酸素濃度及び抵抗率範囲において最適な電子線照射量を提案し、炭素濃度と PL 強度比の間に強い正の相関が見られることを報告した[1]。今回は、前回報告を受け、電子線照射量の PL 強度比への影響を検討し、評価対象の炭素濃度に対して最適な電子線照射量を決定するための指針を得る事を目的とし、基礎検討を行なった結果を報告する。

【方法】 試料は炭素濃度 1.3×10^{15} - 1.0×10^{17} atoms/cm³ (SIMS)、酸素濃度 8.7×10^{17} - 1.4×10^{18} atoms/cm³ (Old ASTM) の CZ 法による無添加 Si ウェーハ 16 水準であり、ウェーハ中心部から 5 mm×10 mm のチップを複数枚切り出し、各水準のウェーハチップに対し、 3.0×10^{16} 、 7.0×10^{16} 、 1.4×10^{17} 、 2.1×10^{17} electrons/cm² の電子線照射をそれぞれ行ない、計 64 サンプルを作成した。これに対し、励起レーザー 532 nm、試料面上強度 100 mW に

て励起し、試料温度は 4.2 K (液体ヘリウム中) として PL スペクトル測定を実施した。

【結果】 SIMS で決定した炭素濃度に対し、G-line (Ci-Cs 関連発光: 0.97 eV) 強度をそれぞれの FE (自由励起子発光: 1.09 eV) 強度で割った G/FE 値を、前回の報告データ[1]と共に電子線照射量毎にプロットし、Fig.1 を得た。その結果、電子線照射量は炭素の発光活性化率や発光強度に大きく影響することが分かった。例えば 7×10^{16} electrons/cm² の電子線照射量では、 3×10^{15} atoms/cm³ 以上の炭素濃度で、相関曲線 (点線) [1] から外れる傾向であった。相関関係を高炭素濃度側まで外挿する場合、照射量増加による発光活性化率向上が有効であることが分かった。本結果は、今後、測定対象の炭素濃度範囲に対し、電子線照射量を決定する場合の一つの目安になると考えられる。

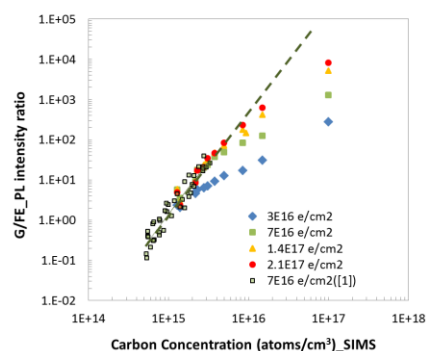


Fig.1. Relationship between carbon concentration and G/FE measured by PL.

【参考文献】

[1] 中川聡子、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、14p-F201-5.