

シリコン結晶の低炭素濃度評価へのアプローチ

Approach of evaluation method for low carbon concentration in silicon crystal

○中川 聡子¹、日笠 光朗¹、鹿島 一日兒¹ (1. グローバルウェーハズ・ジャパン)

°Satoko Nakagawa¹, Mitsuo Higasa¹, Kazuhiko Kashima (1.Globalwafers Japan)

E-mail: Satoko_Nakagawa@globalwafers.co.jp

【はじめに】省エネ化に伴い、パワーデバイスの伸びが年々増加傾向にある。IGBT の特性は低損失（低 ON 電圧）、高耐圧、高速スイッチングが求められており、これらはトレードオフの関係になっている。高速スイッチング化については、不純物を利用せずにデバイス構造で解決する手法が取られることが主流になりつつあり、特にライフタイム特性に影響する結晶中の不純物の低減化が強く求められている。近年、デバイスへのライフタイム影響には炭素濃度の低減及びコントロールが重要であるという見方が広がっており、低濃度な炭素を正確に測定する技術が求められている。現存の手法による炭素の検出下限は、一般に FT-IR で 2×10^{15} 、SIMS で 2×10^{15} 、放射化分析で 10^{14} 半ば (atoms/cm³) 程度である。測定の簡便性から FT-IR を用いた評価が標準化されているが、現状の検出下限ではライフタイム影響を意識した炭素評価をするには定量感が十分ではない。そこで、高感度測定が可能なフォトルミネッセンス (PL) 法及び一般に浸透している FT-IR 測定を組み合わせることにより、炭素濃度の定量下限改善を試みた。

【実験方法】FT-IR 測定は透過法、2mm 厚、垂直入射で実施し、リファレンスとの差スペクトルを取得した。リファレンスは、炭素濃度 8.3×10^{14} atoms/cm³ の CZ シリコン結晶（酸素濃度 3×10^{17} atoms/cm³）とした。サンプルは、PL 評価[1, 2]により炭素濃度を 1.0×10^{13} atoms/cm³ と値付けした CZ シリコン結晶および JEITA でリファレンスとして決められている炭素濃度 1.5×10^{15} atoms/cm³ の FZ シリコン結晶とした。

【結果とまとめ】Fig.1 に炭素濃度 8.3×10^{14} atoms/cm³ の CZ シリコン結晶をリファレンスとした場合の差スペクトルを示す。炭素定量時に一般的に用いられる 605 cm⁻¹ 付近の置換炭素のピークについて、炭素濃度 1.5×10^{15} atoms/cm³ と 1.0×10^{13} atoms/cm³ で、十分な強度差を得ることが出来ることが分かった。このように、炭素濃度定量の際、 10^{13} atoms/cm³ レベルの極低炭素濃度シリコン結晶を FT-IR のリファレンスとした差スペクトル法により、 5×10^{14} atoms/cm³ 程度の低炭素濃度測定が可能であると考えられる。なお、リファレンス結晶として極低濃度な 10^{13} レベルの炭素濃度の値付けをする必要があることから、PL 法による極低炭素濃度計測技術も標準化していくことが重要であると考えている。

【謝辞】本研究の一部は、NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラムの援助のもとに遂行された。

[1] S. Nakagawa *et al.*, Proc. Forum on the Science and Technology of Silicon Materials, 2010, 326 (2010).

[2] 中川聡子, 鹿島一日兒, パワーデバイス用シリコンおよび関連半導体材料に関する研究会予稿, 第 4 回九州工業大学, p.93 (2015).

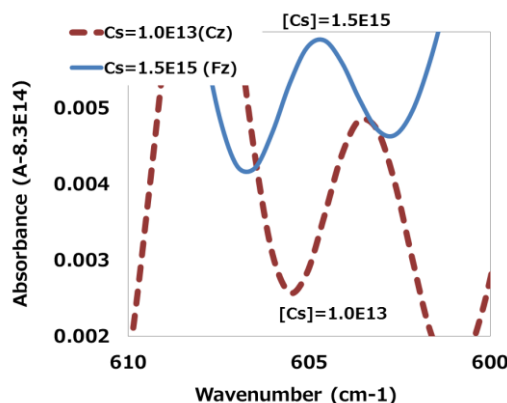


Fig.1 Absorption spectra from samples. Carbon concentration about 1.5E15 and 1.0E13 atoms/cm³.