

近赤外低温カソードルミネッセンスを用いた SOI 基板の内部欠陥評価

Evaluation of internal defects in SOI substrates using

Near-Infrared low temperature Cathodoluminescence

大阪府大院工¹, 京大院工² ○(B)生田 俊輔¹, 藤本 正直¹, 浅野 卓², 野田 進², 高橋 和¹
Osaka Pref. Univ.¹, Kyoto Univ.² ○S. Ikuta¹, M. Fujimoto¹, T. Asano², S. Noda², and Y. Takahashi¹

E-mail: s-ikuta-11g@pe.osakafu-u.ac.jp

【概要】SOI 基板は、高い屈折率差による光閉じ込め、高純度結晶による低い吸収損失、発展した微細加工技術などの利点により、シリコンフォトニクス研究のプラットフォームとなってきた。我々は、シリコンフォトニック結晶ナノ共振器の最高 Q 値 1100 万を達成するとともに、シリコンラマンレーザを開発してきた [1],[2]。ナノ共振器のさらなる高 Q 値化は、低損失光回路、ラマンレーザの低閾値化、高感度センサ開発に重要である。近年、機械学習を利用することで、従来より 1 桁程度高い Q 値を持つナノ共振器が設計可能となった [3]。しかし、実際に作製したサンプルでは、 Q 値の向上は限定的である。実験 Q 値の向上には、光吸収損失と光散乱損失の低減が重要である。我々は、前者については表面吸収の除去、後者については空気孔の作製精度に注力してきた [4],[5]。これまで、SOI 基板の内部欠陥に起因する光吸収損失は、影響が小さいと考え調べてこなかったが、さらなる高 Q 値化では問題となる可能性がある。さらに、ラマンレーザ研究では、作製方法を変更した SOI 基板を用いており、内部欠陥に関する知見を得ることが重要である。今回、近赤外低温カソードルミネッセンス(CL)測定を 2 つの SOI 基板に行ったところ、明確な違いが見られたので報告する。

【サンプル構造・結果】図 1 に測定した 2 種類の SOI 基板を示す。基板 A は、広くシリコンフォトニクス研究に用いられている構造である。基板 B は、ラマンレーザ用に開発されたもので、支持 Si 基板に対してトップシリコン層を 45° 回転しており、作製プロセスも異なる。基板 B を用いて CMOS 互換プロセスによるラマンレーザ作製が実証されている [6]。図 2 に、温度 27 K、加速電圧 20 kV で測定された CL スペクトルを示す。4 つのピークが確認された。1280 nm 付近のピークは SiO_2 (Box 層) に起因しており、両方で強度は同じである。1030 nm 付近の TO フォノンを介したバンド間発光は、基板 A の方が強い。一方、転位欠陥に関する D1 (1530 nm), D2 (1420 nm) 発光は、基板 B の方が大きい。これらより、基板 A の方が内部欠陥が少ないと推測される。つづいて、基板 A と基板 B に、シリコンラマンレーザ用のナノ共振器を作製して Q 値の統計評価を行った。平均 Q 値には、2 つの基板で違いが確認され、波長依存性も異なっていた。今後、図 2 の欠陥ピークを除去するプロセスを開発することで、高 Q 値化が進むと期待される。ナノ共振器の CL 測定など、詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究は科研費の支援を受けた。

【文献】[1] M. Nakadai, *et al.*, Appl. Phys. Express **13**, 012002 (2020). [2] Y. Takahashi, *et al.*, Nature **498**, 470 (2013). [3] T. Asano and S. Noda, *Opt. Express* **26**, 32704 (2018). [4] H. Sekoguchi, *et al.*, Opt. Express **22**, 916 (2014). [5] H. Hagino, *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 085112 (2009). [6] T. Yasuda, *et al.*, OSA Continuum **3**, 4 (2020).

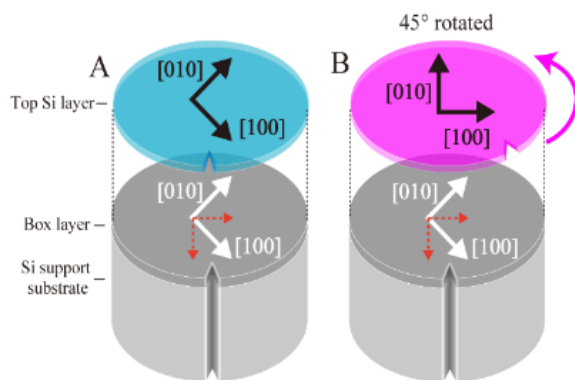


Fig. 1. Two kinds of SOI.

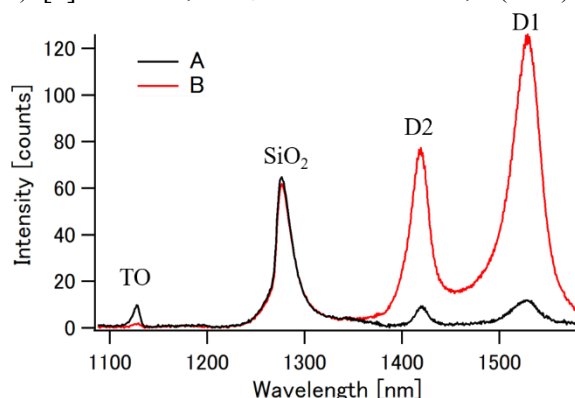


Fig. 2. CL spectra for two type of SOI.