

量子井戸インターミキシングを用いた III-V CMOS フォトニクス用 マルチバンドギャップ貼り合せ基板の作製

Fabrication of Multi-bandgap Bonded Wafer for III-V CMOS Photonics by Quantum Well Intermixing

東大院工¹, JST-CREST² ○倉持美沙^{1,2}, 竹中充^{1,2}, 一宮佑希^{1,2}, 高木信一^{1,2}

The University of Tokyo¹, JST-CREST²

○Misa Kuramochi^{1,2}, Mitsuru Takenaka^{1,2}, Yuki Ikku^{1,2}, Shinichi Takagi^{1,2}

E-mail: kuramochi@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】近年、オンチップ光配線を実現するために、光電子集積回路(EPIC)が注目を浴びている。シリコンフォトニクスに勝る EPIC 用プラットフォームとして、III-V-OI 基板を用いた III-V CMOS フォトニクス[1]を我々は提案しており、III-V-OI 基板上での高性能電子デバイスや様々な光デバイスの研究を進めてきた。それらの素子を同一基板上に集積するために、複数の組成の III-V 層を集積したマルチバンドギャップ III-V-OI ウェハを実現する必要がある。今回、量子井戸インターミキシング (QWI) 技術を用いて同一ウェハ上に複数バンドギャップを持つ III-V-OI 基板を作製したので報告する。P のイオン注入により生じた欠陥の拡散を利用した implant enhanced interdiffusion (IEI) [2]により、多重量子井戸 (MQW) のバンドエネルギーを短波シフトさせることでマルチバンドギャップ III-V-OI 基板を作製した。

【マルチバンドギャップ III-V-OI 作製プロセス】IEI を用いたマルチバンドギャップ III-V-OI ウェハの作製プロセスを図 1 に示す。まず、多重量子井戸を含む InP ウェハに原子層堆積装置 (ALD) で Al_2O_3 を堆積した。次に P イオンを上部の InP 層に注入して欠陥を生成し、その後アニールを行うことで QWI を生じさせた。 Al_2O_3 を取り除いた後、MQW ウェハと SiO_2/Si ウェハ上に再度 Al_2O_3 を ALD で堆積し、これらの基板を 350°C の下 1000N の圧力で 1 時間加圧して貼り合せた。最後に InP 基板をウェットエッチングすることで III-V-OI ウェハを作製した。

【実験内容】InP 基板に InGaAs/InP/InGaAs のエッチングストップ層、200nm InP 層、5 層 MQW (量子井戸: 10nm $\text{In}_{0.775}\text{Ga}_{0.225}\text{As}_{0.78}\text{P}_{0.22}$, 障壁層: 10nm $\text{In}_{0.775}\text{Ga}_{0.225}\text{As}_{0.46}\text{P}_{0.54}$)、25nm InP 層を成長させたウェハを用意した。アニール時のキャップとして膜厚 10 nm の Al_2O_3 を ALD で堆積した時の P イオン注入条件による QWI の影響を調べた。図 2 はドーズ量を $2.5 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ で固定し、 650°C で 6 分間アニールした時の、イオン注入エネルギーと MQW の PL ピーク波長変化の関係を示したものである。イオン注入をしなかったものは殆ど波長が変化しなかったのに対し、40keV までイオン注入するとおよそ 50nm の波長シフトが得られた。次に、40keV でイオン注入し、QWI を行ったウェハを用いて貼り合わせを行い、III-V-OI ウェハを作製した。イオン注入しなかった III-V-OI 層の PL ピークが 1566nm に対し、イオン注入したものは 1517nm であった。

【結論】QWI を利用したプロセスによって、PL ピーク波長がおよそ 50nm シフトした III-V-OI ウェハの作製に成功した。量子井戸構造の最適化によって、より大きな波長変化が期待できることから、報告した作製プロセスはマルチバンドギャップ貼り合せ基板の実現手法として有望である。

【謝辞】本研究の一部は、MEXT からの若手研究 (A) および文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム 12025014 の支援により実施した。

【参考文献】[1] M. Takenaka, *et al.*, *Opt. Express Lett.*, vol. 15, pp. 8422-8427, 2007. [2] E. J. Skogen, *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron*, vol. 11, pp. 343-355, Mar.-Apl., 2005.

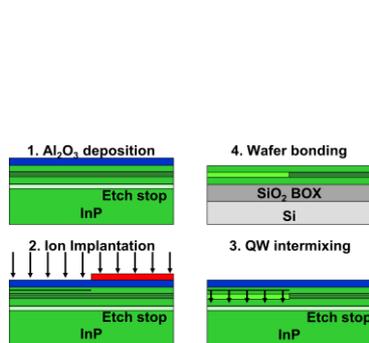


Figure 1. Fabrication Process of multi-bandgap III-V-OI by QWI.

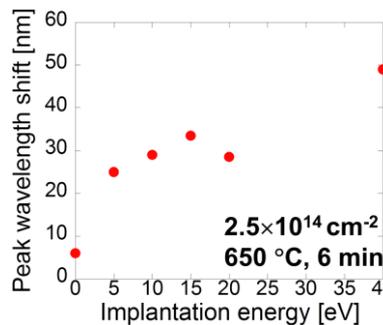


Figure 2. P ion implantation energy vs. PL peak wavelength shift.

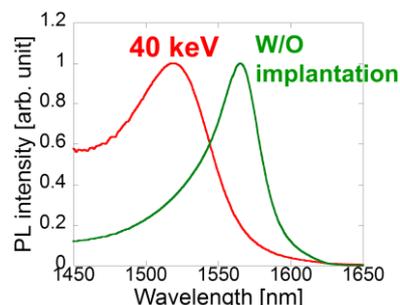


Figure 3. PL spectra of III-V-OI wafer.