



2018年3月16日

報道関係各位

低コスト・大量生産可能な光集積回路の実現に期待

異種材料貼り合わせ技術により、シリコン基板上の半導体レーザーにおいて化合物半導体上と同等のしきい値電流密度を得ることに成功

【本研究の成果】

・シリコン基板上に、厚さ $1\mu\text{m}$ 程度の薄膜 InP 層を貼り合わせたテンプレート基板を作製。密接な接合により、接合界面の気泡発生を抑え、質の高い結晶成長とデバイス集積に十分な面積の確保を実現。

・InP-Si 基板上に、気相状態で半導体結晶を製膜する有機金属気相成長(MOVPE)法により GaInAsP/InP ダブルヘテロレーザ構造(総層厚 $2\mu\text{m}$)*¹⁾を成長させたところ、表面状態は良好で、光学特性についても InP 基板上と遜色ないものが得られた(グラフ 1)。

・シリコン基板上の波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯半導体レーザー(写真1)しきい値電流密度が、化合物半導体上とほぼ同等の室温パルス発振を実現(グラフ 2)。

上智大学工学部機能創造理工学科の下村和彦教授らの研究チームは2017年9月、高性能・高集積光デバイス集積化を支える異種材料貼り合わせ技術を用いて、シリコン基板上の半導体レーザーにおいて化合物半導体上と同等のしきい値電流密度を得ることに成功しました。

これによって、シリコンプラットフォーム上に光源と多種多様なデバイスの集積が可能になるとともに、低コスト、大量生産可能な光集積回路の実現が期待できます。

【背景】

近年、光インターコネクションを用いたボード間、チップ間、さらにはチップ内のデータ伝送の低消費電力化や小型化が求められています。光インターコネクションの実現手段として、シリコンフォトリソグラフィ^(*)2)という技術が注目されています。

下村研究室では、シリコンフォトリソグラフィにおける光源集積化の課題を克服するために、シリコン基板上に親水性直接貼付法による基板貼付技術を用いて薄膜 InP 層を貼り合わせた InP-Si 基板を作製し、この基板上に有機金属気相成長(MOVPE)法を用いて InP 系の光デバイスを作製する手法を提案してきました。

【今後の展開】

室温連続発振、長時間駆動のためには、電流注入幅を低減したリッジ構造、埋込み構造の導入等が必要となります。またしきい値電流を低減するために量子井戸、量子ドット等の量子構造が有効となり、これらのレーザー構造作製を行うとともに薄膜 InP 層を取り出す InP 基板の再利用についても検討中です。

【注釈】

- (1) ダブルヘテロレーザ：光を発生する層(活性層)をバンド端エネルギーが大きい別の層(クラッド層)で挟み込んだ構造を用いたレーザー
- (2) シリコンフォトリソグラフィ：シリコンプラットフォーム上に変調器や波長フィルタ、受光器を集積化する技術。光源の集積方法および大量生産に課題がある。

【論文情報】

M. Aikawa, Y. Onuki, N. Hayasaka, T. Nishiyama, N. Kamada, X. Han, P. Gandhi Kallarasan, K. Uchida, H. Sugiyama and K. Shimomura, "Bonding temperature dependence of GaInAsP/InP laser diode grown on hydrophilically directly bonded InP/Si substrate", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 57, no. 2S1, 02BB04, Feb. 2018.

K. Matsumoto, J. Kishikawa, T. Nishiyama, Y. Onuki, and K. Shimomura, "Novel integration method for III-V semiconductor devices on silicon platform", Jpn. J. Appl. Phys., vol.55, no.11, 112201, Nov. 2016.

【本件に関する問い合わせ先】

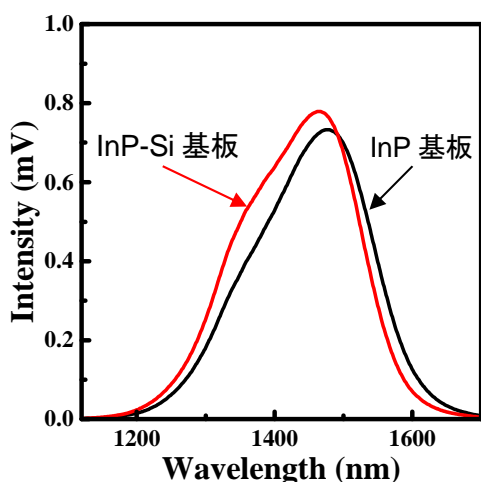
上智大学理工学部機能創造理工学科

教授 下村 和彦

(TEL: 03-3238-3422 E-mail: kshimom@sophia.ac.jp)

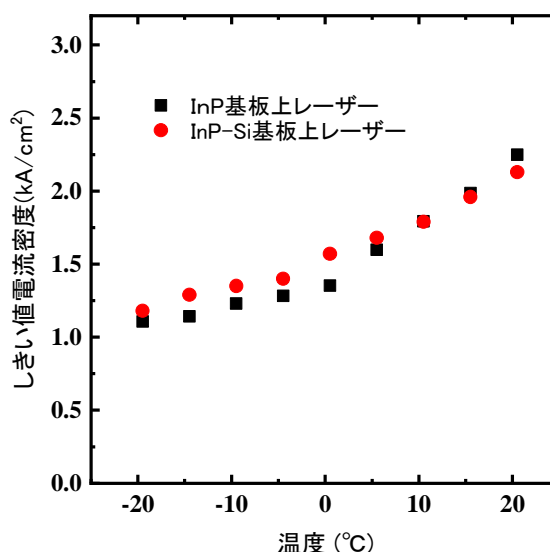
【参考資料】

<グラフ 1>



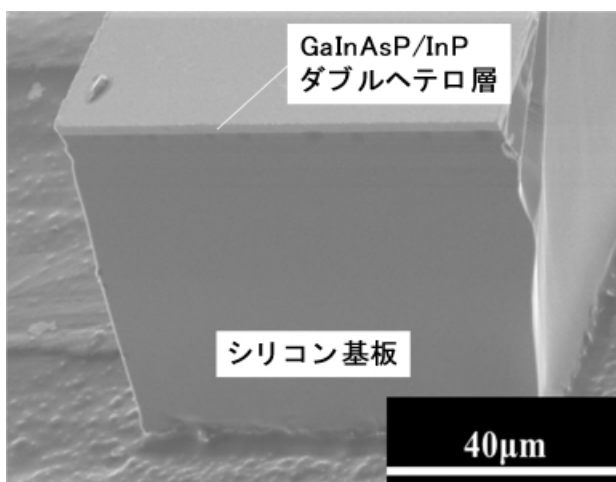
* InP-Si 基板、InP 基板に有機金属気相成長したダブルヘテロ構造のフォトルミネッセンス特性

<グラフ 2>



* 温度に対するしきい値電流密度

<写真 1>



* InP-Si 基板上に有機金属気相成長した、ダブルヘテロレーザーの端面写真

* 本プレスリリースは文部科学記者会、科学記者会、
その他プレスの皆様にお送りしております
《本リリースの発信元: 上智大学総務局広報グループ》
TEL 03-3238-3179
E-mail sophiapr@cl.sophia.ac.jp