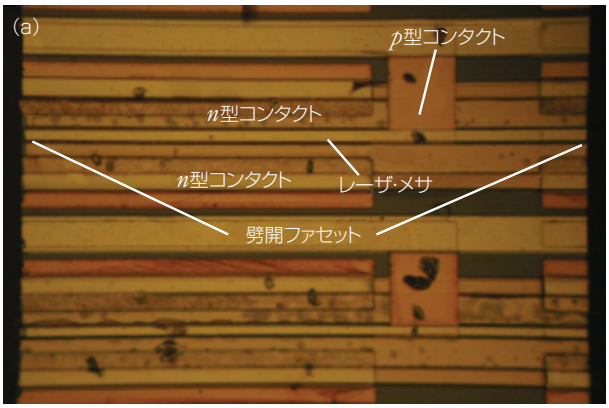
集積SWIR分光を狙ったGaSb/SOI PIC

広帯域光源、検出器、分散型の素子などを利用した分光計はとてもかさばるため、携帯式ガス検知器や埋込式血糖モニタのようなフットプリントが小さく、低パワーのアプリケーションには適さない。しかし、CMOS技術を使ってシリコン・オン・インシュレーター（SOI）ベースフォトニック集積回路（PIC）プラットフォーム上にアンチモン化ガリウム（GaSb）レーザと光検出器を集積する最近の進歩によって、ベルギー・ゲント大学（UGent）と仏モンペリエ第2大学（UM2）の研究チームは短波長赤外線（SWIR）領域で動作するチップベースの分光計の開発に一歩近づいた[1]。



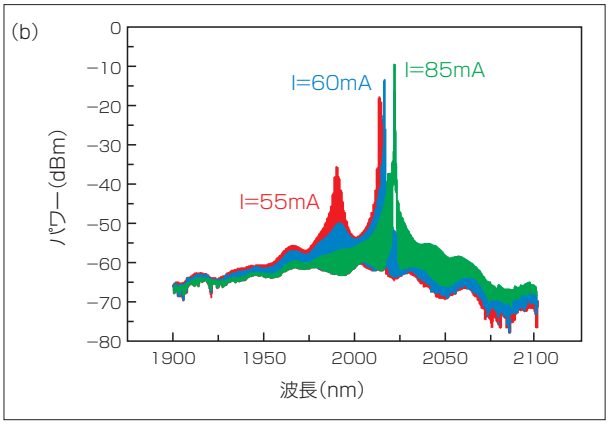


図1　シリコン基板上に集積されたアンチモン化ガリウム（GaSb）ベースレーザは集積短波長赤外（SWIR）分光計に向けた最初のステップである。組み立てられたレーザ構造（a）とパワー特性（b）がこの最初のデモンストレーションで示された。（資料提供：ゲント大学）

SWIR動作

GaSb PICプラットフォームの注目すべき点は、その上に2～3μmの波長域で動作するレーザを集積できることだ。この波長域は一酸化炭素や二酸化炭素を初めとする多数のガスと分子の分子「指紋」領域であり、吸水による信号干渉も少ない。

SOI PICはIRに対して透明だが、間接バンドギャップなので、レーザと検出器の構築には利用できない。しかし、SOI上GaSb光検出器はすでに実証されている。そして、UGentとUM2の研究チームはGaSbベースファブリペローレーザのキャリア基板上への組み立てに初めて成功し、完全なSOI集積に一歩近づいた。

ピーク波長2.05μmに設計された、1台のエピタキシャルレーザスタックは、3つの30nm厚みのアルミニウム-GaAsSb（AlGaAsSb）ベース障壁層によって分離された4つの10nm厚みアンチモン化ヒ化ガリウムインジウム（InGaAsSb）ベース量子井戸活性領域とボンディングプロセス用ストップ層としてのInAsSbとから組み立てられた。1μm厚みのAlGaAsSbベース層が活性領域の両側を囲み、300nm厚みのベリリウム（Be）ドープGaSb p型コンタクトとテルル（Te）ドープGaSb n型コンタクトがエピタキシャル層を完成させた。

次いで、レーザデバイス本体がエッチングによる基板層の除去とメサ構造の作製によって組み立てられた（**図1**）。15μm幅、490μm長のレーザ・メサにおける、閾値電流はパルス波と連続波（CW）のそれぞれに対して31mAと約50mAであった。77mAの電流で58μWの最大出力パワーを使用したスペクトル解析の結果によれば、バイアス電流の変動によるピークレーザ波長のシフトはわずかであった。これらの薄膜GaSbファブリペローレーザは低い閾値電流において室温で動作する将来のSWIR分光用光源として期待されている。

ゲント大学のガンサー・レールケンズ教授は、「シリコンベースのフォトニック集積回路上の短波長赤外と中間赤外レーザ光源の集積は、将来きっと、日常生活の至るところで利用されるであろう高感度で高選択性の携帯式分光計の感知システムの開発に向けた重要なステップになる」と語っている。「最終的に、分析対象のガス試料と相互作用させるために、シリコン導波路に結合した単一波長レーザアレイの集積が不可欠だ。今回のデモンストレーションは、そのような集積システムに向けた最初のステップである」と付け加えた。

（Gail Overton）

参考文献

（1）N. Hattasan et al., “Integrated thin-film GaSb-based Fabry-Perot lasers: towards a fully integrated spectrometer on a SOI waveguide circuit,” SPIE Photonics West 2013 OPTO Conference, 8631-35（February 4, 2013）.