

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	SiOxバックエンドフォトニクスプラットフォーム上集積光デバイスに関する研究
Title(English)	Integrated Photonic Devices on SiOx Back-End Photonics Platform
著者(和文)	西英隆
Author(English)	Hidetaka Nishi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10221号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小山 二三夫,浅田 雅洋,植之原 裕行,渡辺 正裕,宮本 智之
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10221号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

Integrated Photonic Devices on SiO_x Back-End Photonics Platform



NISHI Hidetaka

Supervisor: Prof. Dr. KOYAMA Fumio

Department of Electronics and Applied Physics
Tokyo Institute of Technology

**A thesis summary submitted for the degree of
*Doctor of Engineering***

2016 March

論文の要約

本論文は「Integrated Photonic Devices on SiO_x Back-End Photonics Platform」(SiO_xバックエンドフォトニクスプラットフォーム上集積光デバイスに関する研究)と題し、英文 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」(序論)では、近年の光通信技術の進化と今後の展望について概観し、将来の通信網の大容量化・低消費電力化・低コスト化に向けた集積光デバイス(PIC)の重要性について述べている。更に、既存の PIC プラットフォームの特徴を整理し、新たなプラットフォームの必要性について指摘し、本研究の目的を述べている。

第 2 章「SiO_x back-end photonics platform」(SiO_xバックエンドフォトニクスプラットフォーム)では、既存の Si 光集積回路プラットフォーム上でのアクティブデバイスおよびパッシブデバイスにおける問題点を明らかにし、その解決策について検討している。従来の Si および Ge から構成される光デバイスに加えて、高い光閉じ込めを可能とする III-V 族薄膜アクティブデバイスを形成し、低温で形成可能な低屈折率差の SiO_x 導波路を用いたバックエンドプロセスでパッシブデバイスを形成する「SiO_xバックエンドフォトニクスプラットフォーム」を提案している。

第 3 章「SiO_x waveguide」(SiO_x導波路)では、まず提案プラットフォームの基盤技術となる低屈折率差の SiO_x 導波路の形成方法と導波路特性について述べている。次に、スポットサイズ変換器(SSC)を用いた Si 細線導波路との集積を行い、接続損失 0.3 dB を実現したと述べている。同時に SSC 構造をファイバ接続構造にも適用し、シングルモードファイバと Si 細線導波路の接続損失として 1.8 dB を実現している。また SSC 構造の適用によって InP 細線導波路との集積も検討し、接続損失 0.7 dB を得ている。さらに、低温プロセスで成膜した SiO_x 導波路において多層コア構造を導入することにより、パッシブデバイスの高性能化に向けた偏波依存性の低減に成功したと述べている。

第 4 章「Si- and Ge-based dynamic devices」(Si および Ge ダイナミックデバイス)では、Si および Ge ダイナミックデバイスと SiO_x 導波路の集積について述べている。まず Si 細線光導波路に PIN 接合を付与したダイナミックデバイスと SiO_x 導波路のモノリシック集積プロセスを構築し、Si 可変光減衰器(Si VOA)と SiO_x 導波路との集積デバイスにおいて、30 dB 以上の消光特性と偏波依存損失 0.3 dB および光ファイバとの低損失結合を実現している。次に、Ge フォトダイオード(Ge PD)と SiO_x 導波路のモノリシック集積プロセスを構築し、光電流において 1 dB 以下の低偏波依存性を有し、かつ 15GHz 以上の 3 dB 周波数帯域を有する高速 Ge PD と、SiO_x 導波路のモノリシック集積化を実現したと述べている。

第 5 章「Monolithically integrated devices」(モノリシック集積デバイス)では、第 4 章で構築した Si-Ge- SiO_x 集積技術を基に、SiO_x 導波路を実際に 16ch, 200GHz 間隔のアレイ導波路回折格子(AWG)に適用し、パッシブデバイスと波長分波器のモノリシック集積化を実現している。さらに、SiO_x AWG と Si VOA アレイの集積を行い、AWG による波長分離後の各 Si VOA でのチャンネル毎の高速光強度調整動作を実現している。次に SiO_x AWG と Ge PD アレイの集積を行い、352Gbit/s (16 ch.×22Gbit/s)の大容量 WDM レシーバを実現し、-22 dB 以下のチャンネル間クロストークを確認し、さらに 10Gbit/s NRZ 信号の 40 km 伝送実験に成功したと述べている。

第 6 章「InP-based active device」(InP アクティブデバイス)では、低温 InP- SiO_x 直接接合技術を基に作製した SiO₂ 上 InP 薄膜レーザと、InP 細線導波路、SSC 構造、および SiO_x 導波路を集積したデバイスの試作結果について述べている。InP 薄膜レーザ発振光の SiO_x 導波路端からのファイバ出力の取り出しに成功するとともに、閾値電流 0.8 mA、ファイバ結合損失 2.2 dB、80°C までの単一モード発振、25.8Gbit/s の直接変調動作などのデバイス特性について述べている。

第 7 章「Conclusions and future prospects」(結論と将来展望)では、本研究で得られた成果を総括し、将来展望を述べている。

以上を要するに、本論文は既存 PIC プラットフォームの問題点を解決する新たなプラットフォームを提案し、その基盤要素技術を確立して、その有用性を示したものである。