T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

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,淺田 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)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理電子システム創造　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	西　英隆	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小山　二三夫
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

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比屈折率差の 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 SiOx 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，SiOx 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 SiO_2 上 InP 薄膜レーザと，InP 細線導波路，SSC 構造，および SiOx 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℃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．

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理電子システム創造　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	西　英隆	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小山　二三夫
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

The thesis is titled "Integrated Photonic Devices on SiOx Back-End Photonics Platform" and consists of 7 chapters.

In chapter 1, I overview recent progress in optical telecommunication technologies and argue that the photonic integrated circuit (PIC) is important for the continuous evolution of telecommunications networks. Moreover, I discuss features of the existing PIC platforms, suggesting the necessity of a new PIC platform, and mention the objectives of this study.

In chapter 2, "SiOx back-end photonics platform", I discuss ways to solve the issues for existing Si PICs concerning integrated active and passive devices. For that, introducing a membrane III-V active device and a low-relative-refractive-index-difference (low-Δ) SiOx waveguide that combine conventional Si PIC technology, I propose the SiOx back-end photonics platform.

In chapter 3, "SiOx waveguide", I introduce the SiOx waveguide and describe how it is integrated with Si and InP wire waveguide with the spot-size converter (SSC). In addition, efficient coupling with a standard single-mode fiber is discussed, and a low-polarization-dependence SiOx AWG is presented.

In chapter 4, "Si- and Ge-based dynamic devices", I describe the integration of Si- and Ge-based dynamic devices with the SiOx waveguide. Low-polarization-dependence and high-speed devices are demonstrated.

In chapter 5, "Monolithically integrated devices", I cover the integration of the SiOx AWG with a Si-variable-optical-attenuator (VOA) array and the Ge photodiode (PD) array. Monolithic integration of the Si, Ge, and SiOx functional devices are successfully demonstrated.

In chapter 6, "InP-based active device", I describe the integration of InP-based membrane laser with the InP wire waveguide and the SiOx waveguide.

In chapter 7, "Conclusions and future prospects", I summarize this study and provide future prospects.

In this thesis, I propose a novel PIC platform which solves issues with the existing PIC platforms, describe the development of fundamental technologies, and show feasibility of its concept.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。