

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		西 英隆	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	小山二三夫		教授		渡辺 正裕	准教授
	審査員	浅田 雅洋		教授	審査員	宮本 智之	准教授
		植之原裕行		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

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16チャンネル、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チャンネル×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℃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、本論文は既存のシリコンフォトニクスの集積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り、工学上ならびに工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。