

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	半導体光増幅器を用いた光アクセスシステム広域・多分岐化技術に関する研究
Title(English)	A study on semiconductor optical amplifier control technologies for long-reach and high-splitting optical access network
著者(和文)	田口勝久
Author(English)	Katsuhisa Taguchi
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10220号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:植之原 裕行,浅田 雅洋,小山 二三夫,渡辺 正裕,宮本 智之
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10220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

(博士課程)

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	田口 勝久	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	植之原 裕行	教授	宮本 智之	准教授
	審査員	浅田 雅洋	教授		
		小山 二三夫	教授		
	渡辺 正裕	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「半導体光増幅器を用いた光アクセスシステム広域・多分岐化技術に関する研究」と題して、7章で構成される。

第1章「序論」では、光アクセスシステムの更なる経済化、および適用領域の拡大に向けたシステムの広域・多分岐化技術が盛んに研究されている背景を述べ、光アクセスシステムに使われている PON (Passive Optical Network) システムに対応可能な光増幅器による広域・多分岐化技術を確立することの必要性を述べている。本論文では、半導体光増幅器 (Semiconductor Optical Amplifier, SOA) の小型性、経済性および低消費電力特性に着目し、SOA を用いた光アクセスシステムの広域・多分岐化技術の確立を目的としたと述べている。

第2章「PON システムへの SOA 適用に向けた技術課題」では、SOA を適用した光増幅 PON システムにおける、システム動作領域の制限要因を数値解析により明らかにし、上り信号増幅用 SOA においてはシステムダイナミックレンジが大きく制限されること、および下り信号増幅用 SOA においてはパターン効果に起因する Surge 限界の制限が支配的であることを示している。さらに、TWDM (Time and Wavelength Division Multiplexing) -PON システムの抜本的な多分岐化の実現に向け、ONU (Optical Network Unit) 用波長可変バースト送信器に要求されるバーストオフレベル特性を数値計算により示している。

第3章「波長変換型 ALC による動作領域拡大技術」では、上り信号増幅用 SOA のシステム動作領域拡大に向けて、相互利得変調を活用した波長変換型自動レベル制御 (Automatic Level Control, ALC) 技術を提案し、中継光増幅 Gigabit Ethernet (GE) -PON システムにおいては、伝送路中に設置される光増幅器に波長変換型 ALC 機能を具備することにより、ロスバジェットを最大 55 dB まで拡大しつつ 17 dB のダイナミックレンジを確保できることを実証している。また、局置構成光増幅 GE-PON システムへの提案技術適用では 25 nm の信号波長範囲に対して最小受信感度の -35 dBm までの拡大と 25 dB の入力信号パワーダイナミックレンジを達成している。

第4章「SGC 光を用いたパターン効果抑圧技術」では、Surge 限界によって制限される下り方向のシステム動作領域の拡大に向けて、O/E/O 変換器から生成される同期ゲインクランプ (Synchronous Gain Clamp, SGC) 光を用いた、SOA のパターン効果抑圧技術を提案し、下り信号増幅においては、アクセス区間のロスバジェットを 40 dB 確保しつつ、トランク区間の伝送距離を 51.8 km まで拡大可能であることを実証している。さらに Cyclic AWG を用いた TWDM-PON 用 ONU の高出力化に向けたバースト SOA への適用においては、CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) 周波数グリッドに準拠した 60 nm にわたる 4 波長分の上り信号波長範囲に対して、良好なパターン効果抑圧特性が得られることを明らかにし、上りロスバジェットを中継光増幅器なしで 40 dB 以上に拡大できることを示している。

第5章「ONU 高性能化に向けた SOA バースト制御技術」では、TWDM-PON の多分岐化に対応するため、ONU に搭載する波長可変バースト光送信器の高出力および低バーストオフレベル化に対応すべく、バースト SOA の利得ピーク離調によるパターン効果緩和、およびバースト SOA のバースト制御によるバーストオフレベル低減技術について提案している。信号光波長に対して短波長側に利得ピーク波長を有するバースト SOA の適用により、パターン効果による波形歪みの緩和効果を明らかにしている。また波長可変バースト光送信器に搭載したバースト SOA への逆バイアス電圧制御により、バーストオフレベル特性の -64 dBm への低減を明らかにし、さらに多分岐化 TWDM-PON におけるクロストークペナルティ特性を実験により評価し、クロストークによるパワーペナルティを 0.1 dB 以下に抑えつつ、分岐数を 256 分岐まで拡大できることを示している。

第6章「今後の展望」では、標準化が始まろうとしている 100G-EPON や、将来の PON システムとして要素技術の研究開発が進められているデジタルコヒーレント技術を適用した PON システムなどに対する本論文の提案技術の有効性、および SOA に対する期待について述べている。

第7章「結論」では、本研究で得られた成果を述べている。

これを要するに、本論文は、光アクセスの PON システム多分岐化・長距離化を実現するために SOA を活用することの効果を確認し、高入力光パワー領域でのパターン効果抑圧によるダイナミックレンジの拡大と、バーストオフレベルの低減のための活用法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。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(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。