



Title	Large-Capacity and Flexible Short-Reach Optical Network
Author(s)	松本, 怜典
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/55929
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (松 本 怜 典)

論文題名

Large-Capacity and Flexible Short-Reach Optical Network
(大容量かつフレキシブルな短距離光ネットワークの構成技術に関する研究)

論文内容の要旨

本論文は、筆者が大阪大学大学院工学研究科（電気電子情報工学専攻）在学中に行なった光符号分割多重および多値振幅変調技術を用いた短距離光ネットワークに関する研究成果をまとめたものであり、以下のように構成されている。

第一章は序論であり、光伝送ネットワークの現状を述べた上で、短距離光ネットワークの進展について言及した。また、その適用先となる光アクセスネットワークやデータセンターネットワークに目を向けて、次世代の短距離光ネットワークで求められる要件と課題を説明した。そして、短距離光ネットワークに対するこれらの議論を踏まえて、本研究の占める位置とその目的を明確にした。

第二章では、次世代の短距離光ネットワークを実現するにあたって、本研究で注目している光符号分割多重アクセス (OCDMA) および多値振幅変調 (PAM) 技術を紹介した。まず、OCDMAの基礎を説明した上で、本技術の重要要素である光符号/復号化の原理を述べた。また、光符号/復号化処理を担う光符号/復号器の例として、集約性に優れた多ポート光符号/復号器ならびに安価で小型な超構造ファイバブラッググレーティング (SSFBG) 光符号/復号器の構成を説明した。続いて、簡易なシステム構成で伝送速度を向上できるPAMについて述べた上で、本技術の特徴と送受信の仕組みを示した。その上で、PAM信号の生成や光信号処理に有効な半導体光増幅器 (SOA) および反射型半導体光増幅器 (RSOA) を紹介した。

第三章では、次世代の光アクセスネットワークを対象として、大容量化に焦点を当てたハイブリッド型40G-OCDMAシステムを提案した。提案したシステムは、集約性に優れた40Gbit/s用多ポート光符号/復号器を基地局、安価で小型な40Gbit/s用SSFBG 光符号/復号器を加入者宅に配置するハイブリッド構成により、費用対効果に優れた40Gbit/s級の伝送が可能となる。システムの実現には40Gbit/s用多ポート光符号/復号器と40Gbit/s用SSFBG 光符号/復号器が不可欠であり、本章では数値解析や評価実験を通じて各光符号/復号器の設計、試作を行った。また、試作した光符号/復号器を用いて50kmの双方向伝送実験を行うことにより、ハイブリッド型40G-OCDMAシステムの有効性を実証した。

第四章では、データセンターネットワークへ光技術を導入する際に必要となる光ラベル処理について論じた。データセンターネットワークは膨大な数のサーバを収容するため、遅延時間を抑えながら数多くのサーバを識別する技術が求められる。大規模なデータセンターネットワークの構築に向けて、本章では光符号/復号化処理に基づく多次元光ラベルを提案した。本提案技術に対して、1,000ラベル以上の光ラベル処理を可能とする原理確認実験や試験機を用いた評価実験を行うことで、提案する多次元光ラベルの有効性を実験的に検証した。また、実環境への適用を視野に入れて、システムの劣化要因となる干渉雑音が光ラベルに与える影響を評価した。

第五章では、PAMを適用した短距離光ネットワークについて取り上げた。まず、次世代光アクセスネットワークに着目して、RSOAを用いたソースレスPAMシステムを提案した。本提案システムでは、下り信号を基にRSOAが上り回線のPAM信号を直接変調するため、加入者側に光源を配置することなく簡易な構成でシステムの伝送速度を向上できる。加入者側にRSOAを配置したシステムにおいて、PAM信号の双方向伝送実験を行うことにより、提案システムの有効性を明らかにした。次に、データセンターネットワークに焦点を当てて、SOAを用いたPAM信号向けの全光波長変換器を提案した。本波長変換器は、縦続接続したSOAの相互利得変調を通じてPAMフォーマットに対応した全光波長変換が可能である。数値解析による原理確認を行うことで、提案する波長変換器の実現可能性を確認した。

第六章は結論であり、本論文で得られた成果について総括を行った。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (松 本 怜 典)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	北山 研一
	副 査	教授	井上 恭
	副 査	准教授	丸田 章博
	副 査	教授	滝根 哲哉
	副 査	教授	馬場口 登
	副 査	教授	三瓶 政一
	副 査	教授	宮地 充子
	副 査	教授	鷲尾 隆
	副 査	教授	駒谷 和範

論文審査の結果の要旨

クラウドコンピューティングやビッグデータにみられるインターネットの多様化に伴い、光伝送ネットワークに対する要求がより一層高まってきている。このようなインターネットの発展を支えていく上で、今後はユーザに近い短距離光ネットワークの伝送容量や柔軟性を高めていくことが必須となる。本学位論文は、大容量かつフレキシブルな短距離光ネットワークの実現に向けて、高い周波数利用効率を有する光多重化技術ならびに費用対効果に優れた光変調技術を提案している。

本論文では、提案する光符号分割多重アクセス (OCDMA) および光多値振幅変調 (PAM) を用いた短距離光ネットワークに関して得られた三つの研究成果をまとめている。

- (1) 次世代光アクセスネットワークを対象として、費用対効果に優れたハイブリッド型 40G-OCDMA システムを提案している。提案システムの実現に向けて、数値解析および評価実験に基づく光符号・復号器の設計、試作を行っている。また、試作した光符号・復号器を用いて 50km の双方向伝送実験を行うことにより、ハイブリッド型 40G-OCDMA システムの有効性を実証している。
- (2) 大規模なデータセンターネットワークの構築に向けて、光符号・復号化処理に基づく多次元光ラベルを提案している。本提案技術に対して、1000 ラベル以上の光ラベル処理を可能とする原理確認実験や試験機を用いた評価実験を行うことで、提案する多次元光ラベルの有効性を示している。また、実環境への適用を視野に入れて、システムの劣化要因となる干渉雑音光ラベルに与える影響を評価している。
- (3) 次世代光アクセスネットワークに着目して、反射型半導体光増幅器 (RSOA) を用いたソースレス PAM システムを提案している。本システムでは、下り信号を基に RSOA が上り回線の PAM 信号を直接変調するため、簡易な構成でシステムの伝送速度を向上できる。提案システム内で PAM 信号の双方向伝送実験を行うことで、その有効性を実証している。また、データセンターネットワークに焦点を当てて、半導体光増幅器 (SOA) を用いた PAM 信号向けの波長変換器を提案している。本波長変換器は、縦続接続した SOA の相互利得変調を用いることにより、PAM 信号の波長変換を実現できる。50Gbit/s の PAM 信号に対して数値解析を行うことにより、提案する波長変換器の実現可能性を示している。

以上のように、本論文は光符号分割多重アクセス (OCDMA) および光多値振幅変調 (PAM) を用いた短距離光ネットワークの実現可能性を数値シミュレーションと実証実験により示している。これらの成果は大容量かつフレキシブルな短距離光ネットワークの発展に大きく貢献するものであり、工学的な見地から非常に意義が深い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。