Osaka University Knowledge Archive

Title	All-Optical OOK to 16QAM Modulation Format Conversion Based on Fiber Nonlinearity
Author(s)	黄, 国秀
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34477
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

〔　題　　名　〕

All-Optical OOK to 16QAM Modulation Format Conversion Based on Fiber Nonlinearity
（ファイバの非線形性を用いた全光OOK-16QAM変換に関する研究）

学位申請者　　黄国秀

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）在学中に行った大容量光通信システムのための全光OOK-16QAM変換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、背景として、高速大容量光通信を実現するためのフォトニックネットワークおよび光変調フォーマットの技術発展状況について述べ、全光変調フォーマット変換を導入する意義を明らかにした。本論文では、光ファイバの非線形性を用いた全光OOK-16QAM変換器を提案し、計算機シミュレーションによって実現可能性を確認し、さらに原理確認実験を行うことを述べた。

第二章では、全光OOK-16QAM変換に用いるファイバ中の非線形光学効果、および理論検討に用いる非線形シュレディンガー方程式を紹介した。 非線形光学効果のうち、相互位相変調（XPM）および四光波混合（FWM）は変調フォーマット変換、波長変換などの全光信号処理に利用されている。全光OOK-16QAM変換器は非線形光ループミラー（NOLM）を主たる構成要素としているので、NOLMの特性関数及び全光信号処理への応用についても簡単に紹介した。

第三章では、新しい光ファイバの非線形係数の測定法を提案した。従来の測定法では測定系が複雑であり、また、非線形係数の測定結果が波長分散の影響を受けるなどの問題点があった。そこで、測定系が簡単で、高精度に非線形係数を求めることができる四光波混合の位相不整合に基づく測定法を提案し、実験により精度検討を行った。

第四章では、XPMを用いた振幅-位相変換特性について検討するため、全光OOK-BPSK変換の実験確認及び変換性能の評価を行った。次に、NOLMを用いた全光OOK-16QAM変換法の提案を行った。提案する変換器の動作原理を説明し、実現可能性を計算機シミュレーションで確認した。また、入力OOK信号のパルス波形およびピーク電力が変換後の16QAM信号に与える影響についての理論検討を行った。

第五章では、前章で提案した変換器の構成が複雑であったため、NOLM中の1:1カプラ（3dBカプラ）を1:2カプラで置き換えることにより、構成を簡略化できることを示した。また、その実現可能性を実験により示した。さらに、得られた実験結果についての問題点を明らかにし、より信号品質の優れた16QAM信号を得るための条件を示した。

第六章は結論であり、本研究で得られた成果についての総括を行った。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　黄　国秀　）			
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	三瓶　政一
	副 査	教授	滝根　哲哉
	副 査	教授	馬場口　登
	副 査	教授	鷲尾　隆

論文審査の結果の要旨

超高速大容量光通信を実現するために、長距離幹線系では従来の OOK 方式に代わって、PSK や QAM などの多値位相・振幅変調方式に注目が集っている。長距離幹線系ネットワークとメトロ・アクセスネットワークで異なる変調フォーマットが用いられる場合には、両ネットワーク間に設置されるゲートウェイノードにおいて、多値位相・振幅変調信号とメトロ・アクセスネットワーク内で用いられる OOK 信号との変調フォーマット変換を行う必要がある。本論文では、毎秒 100 ギガビット以上の高速なゲートウェイノードの実現を目指し、超高速動作が可能な光ファイバの非線形性を用いた全光 OOK-16QAM 変換器を提案し、その実現可能性を示している。さらに、光ファイバの非線形効果を正確に見積もるために、新たな非線形係数の測定法を提案し、その有効性を示している。

本論文で示された研究成果を以下にまとめる。

(1)　光ファイバの非線形係数の測定法

- 波長分散の影響を受けることなく、簡便な測定系を用いて光ファイバの非線形係数を高精度で測定することができる方法として、四光波混合の位相不整合に基づく測定法を提案している。また、高非線形ファイバと標準的な単一モードファイバの非線形係数を高精度に測定できることを実験的に確認し、提案する測定法の有効性を示している。

(2)　光ファイバの非線形性を用いた全光 OOK-16QAM 変換

- 非線形ループミラー（NOLM）を用いた全光 OOK-16QAM 変換法を提案し、計算機シミュレーションにより、入力 OOK 信号のパルス波形およびピーク電力が変換後の 16QAM 信号に与える影響について理論検討を行っている。
- NOLM 中の 1:1 カプラ（3dB カプラ）を 1:2 カプラで置き換えることにより、変換器の構成を簡略化し、原理確認実験を行っている。また、得られた実験結果についての問題点を明らかにし、より信号品質の優れた 16QAM 信号を得るための条件を示している。

以上述べたように、本論文では、光ファイバの非線形係数を高精度で測定できる方法を提案し、その有効性を示している。また、光ファイバの非線形性を用いた全光 OOK-16QAM 変換器を提案し、実験および計算機シミュレーションによって、その実現可能性および改善すべき問題点を明らかにしている。これらの結果は、工学的な見地から見て極めて重要な成果と言える。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。