OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Frequency Response Control in Electrooptic Modulation Utilizing Polarization Reversal and Its Applications to Advanced Modulators
Author(s)	Pham, Viet Ha
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49639
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。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

【123】

氏名	PHAM VIET HA（ハム ヴィエト ハー）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　２３０１４　号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	Frequency Response Control in Electrooptic Modulation Utilizing Polarization Reversal and Its Applications to Advanced Modulators （分極反転電気光学変調の周波数特性制御と次世代光変調器への応用に関する研究）
論文審査委員	（主査） 教　授　岡村　康行 （副査） 教　授　占部　伸二　　教　授　永妻　忠夫　　准教授　村田　博司

論文内容の要旨

Currently, number of the broadband subscribers and Internet traffic are increasing because there are many new applications and services requiring the high speed connection. Therefore, the transmission capacity of the optical fiber communication system is required for expansion. The advanced modulation formats are the key technology for the developing of the next generation optical fiber communication system.

This thesis covers a study on control method of the frequency response of traveling-wave electrooptic guided-wave modulator utilizing nonperiodically polarization reversed structure. The electrooptic guided-wave modulators with arbitrary frequency response of modulation index magnitude and phase are realized.

This control method provides many attractive applications. Several advanced optical modulators that generating the advanced modulation format signals such as flat frequency response modulation, optical frequency-shift-keying (FSK) modulation, and optical duobinary modulation are designed.

Firstly, a novel control method is proposed to compensate for the velocity mismatching and the arbitrary frequency responses of both magnitude and phase of electrooptic modulation in a wide frequency range are obtained. This method decides the length of each domain in the nonperiodically polarization reversed structure. I propose the flatness parameters to control the arbitrary frequency response of modulation index. Based on this method, several results of the arbitrary frequency responses of magnitude and phase are presented.

Secondly, the optical FSK modulator utilizing the polarization reversal structure is proposed. It consists of a three-branch waveguide interferometer, two electrodes for generating optical side-band components and for switching output enhanced optical side-band component by data-signal, respectively. The optical signals in three arms of optical waveguide are phase shifted by using the modulation phase control technique with the polarization reversed structure. An optical FSK modulator with the frequency deviation of 25 GHz is realized and the possible switch of data signal of 5 GHz.

Finally, several electrooptic modulators for advanced modulation formats such as the duobinary modulation and broadband single-side-band (SSB) modulation utilizing the nonperiodically polarization reversal are proposed. The design of duobinary modulator with the 10 Gb/s is presented with simple digital electrical driving signal and without any external electrical/optical filters requirement. The broadband SSB modulator using the nonperiodic polarization reversal is also proposed.

論文審査の結果の要旨

強誘電体結晶に外部電界を印加することにより生じる電気光学効果は，直流からテラヘルツ帯までの広い周波数の電気信号に応答し，電気信号から光波への情報の重畳が可能となるため，この効果を用いて構成した光変調器は光通信システムにおける重要なデバイスである．また，通信分野のみならず光情報処理分野への応用も期待されている．一方，インターネットの爆発的は普及に伴い，大容量情報の伝達が要求され，その代表的な手段である光通信システムのさらなる進展が望まれいる．本論文は，現在の大容量光通信システムにおいて主に用いられている波長多重方式での問題点を克服するために不可欠な光デバイス，特に，電気信号を光波へ情報をのせるための光変調器に着目し，その周波数応答特性の制御方法，特に強誘電体結晶基板における分極反転構造を積極的に利用した研究の成果をまとめたものである．

本論文では，まず光通信システムの現状を概観し，問題点を指摘し，その解決方法として，光のコヒーレンスを積極的に利用したFSK変調やSSB変調方式，多値変調方式の重要性を述べている．そしてこれらの変調方式を実現するために光デバイスとして強誘電体を利用した導波型光変調器に着目し，分極反転構造を採用することに，変調特性の周波数応答を自由に制御できることを示している．特に，非周期構造の採用により変調指数の大きさのみならずその位相特性をも制御可能であることを示している．次いで，３分岐導波路干渉計と周期分極反転構造とを組み合わせて構成した新しいタイプの高速光FSK変調器を提案し，実際に，強誘電体結晶として$LiTaO_3$を用いて作製し，その動作を確認している．従来型の光FSK変調器に比べて変調電極・駆動回路系が簡単であり、駆動信号の振幅・位相の調整が不要で，誘導・相互結合の問題が生じないという特長を指摘しており，その適用が期待される．さらに，導波路型マッハ・ツエンダー干渉計と非周期分極反転構造を組み合わせたデュオ・バイナリ変調器を提案し，具体的な設計パラメータを求めている．従来の方式では電気的なフィルターや光波ファイルターを必要としていたが，提案方式では不要であり，構成が簡単である特長を有していることを指摘している．さらに，非周期分極反転構造を利用した広帯域に平坦な変調周波数特性を有する光SSB変調器の提案を行っている．

以上のように，本論文は，強誘電体基板における分極反転構造を積極的に利用した次世代の光変調デバイスを提案しており，光通信システムの発展に大きく寄与するものであり，博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める．