OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高速導波形光変調素子とその集積化に関する研究
Author(s)	芳賀, 宏
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24547
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【40】

氏名・（本籍）	芳賀（はが）　宏（ひろし）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第6893号
学位授与の日付	昭和60年3月25日
学位授与の要件	基礎工学研究科　物理系専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	高速導波形光変調素子とその集積化に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授　末田　正 （副査） 教授　難波　進　教授　山本　錠彦

論文内容の要旨

光集積回路（光ＩＣ）の概念が導入されたことを契機に，integrated optics あるいは optical integrated circuit と呼ばれる新しい研究分野が開拓された。それ以来，薄膜光導波路作製技術を基礎に各種光ＩＣの開発研究が続けられている。現在のところ，個々の導波形光デバイスの開発・研究が主であり，一部，それらを集積化した新しい機能素子の研究に着手されはじめた段階といえる。

導波形光デバイスのなかでも電気光学効果を用いた光変調器・光スイッチは，変調が容易かつ高速であり，通信・信号処理，計測などの光エレクトロニクスシステムを構成する上で重要である。光変調器を導波形として構成する意義はモノリシックあるいはハイブリッド光集積回路の変調素子としての有用性だけでなく，従来のバルク形と比べて小型化・高性能化を図れる点にある。

以上のような背景の中で，筆者は高速・高能率な導波形光変調素子とそれを集積化した新しいデバイスの開発を目指した研究を行なってきた。まず，光強度変調素子を実現する上での非対称電極構造干渉形構成の有効性に注目して研究を進め，Ti 拡散 $LiNbO_3$ 光導波路を用いて10GHz以上の広帯域光強度変調素子を実現した。その後，さらにこれを発展させ，より高性能な素子を実現させるため，導波路間の光の結合を抑えると同時に速度非整合改善効果をもつ方法を提案し，半波長電圧3V，3dB帯域幅12GHzという高能率・広帯域な素子を実現している。一方，干渉形光変調素子の集積化に関しては，集積化に伴って生じる諸問題の解決を図り，2つの素子を単一基板上に縦続接続した高速光相関器を作製し，光を用いたピコ秒領域における信号処理の基礎実験をいちはやく行なった。さらにこの成果を基礎として，3つの干渉形光変調素子を集積した多端子光スイッチを構成し，正弦波変調による光サンプリング技術を用いて，新たに多端子光スイッチを応用した光タイムデマルチプレクサの構成法を提案し，

はじめてGb/s 以上の光信号処理の可能性を実証した。

本論文は第2，3章の干渉形光変調素子単体ならびに第4，5章の干渉形光変調素子の集積化に関する研究の2つの部分から成っている。第2章では，干渉形光変調素子，特に導波路Y分岐を用いたものについてその動作の基礎を説明した後，試作・実験の結果を示し，改善すべき問題点を明らかにしている。第3章では，干渉形光変調素子の高能率化について検討を行ない，平行導波路間の光の結合および光波と変調波との速度非整合を改善する素子構成を提案している。理論的・実験的に検討を加え，試作・実験結果からその動作を実証している。第4章では，干渉形光変調素子の集積化において生じる問題点について明らかにし，解決法を述べている。第5章では，干渉形光変調素子を集積化した新しい多端子光スイッチの構成法を示し，その応用として新たな光タイムデマルチプレクサを提案し，試作・動作実験によりその有効性を実証している。最後に，第6章では以上の各章に述べられた結果を総括し，今後の問題点・課題を考察している。

論文の審査結果の要旨

本論文は，導波形光変調素子の高性能化および集積化に関する研究結果をまとめたものである。

$LiNbO_3$ 基板上に作製した光導波路による進行波動作干渉形光変調素子は，広帯域高能率変調素子として注目されている。著者は，まず，このような変調素子における導波路間結合，光波と変調波との速度差等について考察した結果，干渉計の二つの枝を形作る2本の平行導波路の間に微細な溝を形成することにより，このような結合および速度差を軽減できることを見いだし，新しい構造の干渉形光変調素子を提案し，その動作解析を行った。さらに，これに基づいた素子を設計試作して変調実験を行い，3 dB 帯域幅12GHz，帯域幅当りの変調電力4.2 mW/GHzという最高水準の結果を得ている。

次に，著者は，複数の変調素子を1個の基板上に集積化する場合の電気的光学的諸問題について考察し，解析および実験によって検討を加え，2個の変調素子の縦続接続による光信号相関器の構成に成功した。さらに，3個の光変調素子を集積化することによって，1入力4出力の光スイッチを構成し，これを単一の正弦波電源によって駆動することにより，ギガビットレートの光タイムデマルチプレクサを実現する方法を提案し，試作および実験によってその基本的動作を確かめた。

これらの成果は，光エレクトロニクスの発展に寄与する所が大きく，本論文は博士論文として価値あるものと認める。