



Title	周期分極反転を用いた超高速電気光学時空間変調器に関する研究
Author(s)	渋谷, 享司
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45931
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

氏 名 ^{しづ} 洪 ^や 谷 ^{きょう} 享 ^じ 司

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 9 5 7 2 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

基礎工学研究科物理系専攻

学 位 論 文 名 周期分極反転を用いた超高速電気光学時空間変調器に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 小林 哲郎

(副査)

教 授 岡村 康行 教 授 占部 伸二 助教授 村田 博司

論 文 内 容 の 要 旨

本研究の目的は、周期分極反転による擬似速度整合 (QVM) を用いた超高速大振幅電気光学位相変調器を応用し、その分極反転形状を工夫することで、様々な機能を持った超高速時空間光変調器を実現し、それを用いて今までにない超高速光制御を実現し、超高速光制御技術に新たな可能性を提供することにある。

第 3 章では、QVM 電気光学変調器の周期分極反転形状を工夫し、ビーム断面に直線的な位相分布を持たせることで、光ビームを超高速に偏向させる超高速電気光学偏向器を提案した。実際に素子を作製し、実験により動作周波数 16.25 GHz、解像点数 12.5 の超高速光偏向動作を実証した。またこの偏向器の応用として、偏向器とスリットを組み合わせた超短光パルス生成と二つの偏向器を互いに直交させて構成する光ストリークカメラについて述べた。

第 4 章では、斜めの周期分極反転を利用することでビーム断面に断面方向に時間と共に進行する正弦波状の位相分布を作り出す電気光学進行波位相格子 (ETPG) とその応用である単一方向偏向器を提案し、実験によりその動作の確認と単一方向偏向を実証した。

第 5 章では、ETPG をブラッグ回折の領域で設計することにより実現できる理論上、変換効率 100% の 10 GHz 級光周波数シフトを提案し、実験の結果、最大効率 82% で 16.25 GHz の周波数シフトを実証した。

第 6 章では、ひし形周期分極反転を用いたビーム断面に定在波状の位相分布を与える電気光学定在波位相格子を提案し、その応用である超短光パルス生成について述べた。実験の結果、この素子が理論通りの動作をすることが確認でき、この試作した素子からパルス幅 1 ps、繰り返し周波数 32.5 GHz の超短光パルス列を直接生成できることがわかった。

以上の研究成果から、擬似速度整合を応用した電気光学変調を用いた手法によって、数十サブピコ秒の超短光パルスの生成、数十 GHz の繰り返しで解像点数 10 以上の超高速光偏向、高効率な 10 GHz 以上の光周波数シフトなどの超高速光制御を比較的簡単なシステムで実現できることがわかった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

電気光学結晶に施す周期分極反転の形状を工夫すれば、駆動電気信号と光波間の擬似速度整合は勿論のこと、今ま

でない様々な新機能を持つ超高速時空間光変調器が構成できる。本論文はこのような新機能を持つ超高速時空間光変調器の提案、構成、実証と、それを用いた新しいタイプの超高速光制御への応用についての研究成果をまとめたもので、本文7章と謝辞から構成されている。

まず、第1章で本研究の背景と目的を述べたのち、第2章で研究のもととなる電気光学結晶の周期分極反転による疑似速度整合 (QVM) と反転形状の空間分布による効果について述べている。第3章では、QVM 電気光学変調器においてビーム断面に直線的な変調指数分布を与える反転形状を求め、これを電気光学結晶 LiTaO_3 に適用し、新しい構造の超高速電気光学偏向器を作製し、実験により動作周波数 16.25 GHz、解像点数 12.5 の超高速動作を実証している。第4章では、斜め周期分極反転を利用してビーム断面内に生じさせた進行正弦波位相格子 (ETPG) により、単一方向偏向器が構成可能であることを導き、実験により繰り返し周波数 16.25 GHz で解像点数 20 の単一方向偏向を実証している。第5章では、ETPG をブラッグ回折の領域で利用すれば理論上、変換効率 100% の 10 GHz 級光周波数シフタが構成できることをビーム伝搬法で解析し、さらに素子作製を行って、最大効率 82% で 16.25 GHz の周波数シフトを実証している。これは従来技術では理論的にも達成不可能なものであり、現存するものでは世界最高性能のものとなっている。第6章では、ひし形周期分極反転を用いてビーム断面に定在波状の位相分布を与える電気光学定在波位相格子を提案し、その動作を理論、実験両面から検討している。実験の結果、この素子が理論通りの動作を確認し、その応用としてパルス幅 1 ps、繰り返し周波数 32.5 GHz の超短光パルス列の直接生成に成功している。第7章では本研究の成果をまとめるとともに今後の展開についても述べている。

以上のように、本研究は時間空間にまたがる領域での超高速光制御という類似研究の殆どない独自の研究を展開し、世界トップクラスの高速性を達成しているほか、特に現在の市場が求めている高変換効率の周波数シフタについては既存技術では達成不可能な素子を実現しており、学術的にも産業貢献からも高い評価ができる。これらにより本論文は博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める。