



|              |                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | レーザドップラ速度計測用光集積回路デバイスに関する研究                                                       |
| Author(s)    | 戸田, 裕之                                                                            |
| Citation     | 大阪大学, 1989, 博士論文                                                                  |
| Version Type | VoR                                                                               |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/2453">https://hdl.handle.net/11094/2453</a> |
| rights       |                                                                                   |
| Note         |                                                                                   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|             |                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| 氏名・（本籍）     | と　　だ　　ひろ　　ゆき                                                      |
|             | 戸　　田　　裕　　之                                                        |
| 学　位　の　種　類   | 工　　学　　博　　士                                                        |
| 学　位　記　番　号   | 第　　8 6 7 1　　号                                                     |
| 学位授与の日付     | 平　成　元　年　3　月　24　日                                                  |
| 学位授与の要件     | 工学研究科電子工学専攻<br>学位規則第5条第1項該当                                       |
| 学　位　論　文　題　目 | レーザドップラ速度計測用光集積回路デバイスに関する研究                                       |
| 論　文　審　査　委　員 | (主査)<br>教　授　西原　　浩<br>教　授　浜口　智尋　　教　授　裏　　克己　　教　授　塙　　輝雄<br>教　授　吉野　勝美 |

## 論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、光計測分野における光集積回路デバイスの実現性を明らかにすることを目的として行った、レーザドップラ速度計測用光集積回路デバイスに関する研究をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章では、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 光集積回路デバイスの研究の現状と、これを光計測分野に応用した場合の問題点を述べ、本研究の目的、課題を明らかにしている。

第2章では、計測用ヘテロダイン干渉光学系の一つであるレーザドップラ速度計測 (LDV) 光学系の集積化の要点を述べている。まず、Z 軸伝般  $\text{LiNbO}_3$  導波路の特性評価を行い、LDV 光学系を集積化するための導波路材料に適していることを明らかにしている。次に、導波形干渉計の構成法について検討した後、LDV 用光集積回路デバイスを提案している。

第3章では、デバイスの主要導波形素子である周波数シフト・TE-TMモード変換素子、TE-TMモードスプリッタについて検討を行い、それぞれZ 軸伝般  $\text{LiNbO}_3$  基板上に構成できることを明らかにしている。

第4章では、LDV 用光集積回路デバイスを試作し、その特性測定を行っている。試作したデバイスを用いて移動鏡の速度計測実験を行った結果、SN比25dBでドップラビート信号を検出し、Z 軸伝般  $\text{LiNbO}_3$  導波路を用いて、速度計測用ヘテロダイン干渉光学系を集積化しえることを実証している。

第5章では、より小型なシステムを構成することを目的として、光源に半導体レーザを用いたLDV用光集積回路デバイスについて検討した結果を述べている。

第6章では、高速光スイッチングという光集積回路独自の特長を活かした機能をもつデバイスとして、時分割2次元速度計測用光集積回路デバイスを提案、試作している。試作したデバイスの2次元速度検出

測定結果について述べている。

第7章では、これまで検討した光集積化技術を高精度の変位計測光学系に応用した、変位計測用光集積回路デバイスを提案している。試作したデバイスを用いて行った、変位計測のための基礎実験の結果を述べている。さらに提案したデバイスの測定精度を計算し、1 nm オーダの変位計測が行えることを明らかにしている。

第8章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の問題点や課題を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

光通信、光情報処理をはじめとする、いわゆる光エレクトロニクスの発展に伴い、微小光学部品では実現できない超小型、無調整の光学デバイスとして、光集積回路が注目されている。本論文は、この光集積回路の計測分野への応用として、ヘテロダイン干渉光学系の一つであるレーザドップラ速度計測 (LDV) 光学系を取り上げ、その集積化の検討を行ったものである。得られた主要な成果を要約するとつぎのとおりである。

- (1) ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 結晶の Z 軸に沿って光波を伝搬するように基板方位を設定し、この上に、光干渉に加えて、偏光、周波数、位相制御などの機能をもつ導波要素子を集積化した LDV 用光集積回路デバイスの構成を提案している。
- (2) 電気光学効果が小さく、かつ複屈折性の極めて小さい Z 軸伝搬  $\text{LiNbO}_3$  導波路における、周波数シフタのような位相変調素子、および TE-TM モード変換素子およびモードスプリッタのような偏光制御素子の設計法、作製法を確立している。
- (3) デバイス導波路 (幅  $3\text{ }\mu\text{m}$ 、長さ  $30\text{ mm}$ ) のパターンニングを行うレーザビーム描画装置の開発、ならびに単一モード導波路と偏波保存ファイバとの結合法を確立している。
- (4) 提案したデバイスを試作し、その速度検出特性を測定した結果、光集積回路デバイスを用いてドップラビート信号を検出することに成功している。
- (5) 半導体レーザを用いた LDV 用光集積回路デバイス、時分割 2 次元速度計測用光集積回路デバイス、変位計測用光集積ヘテロダイン干渉計についてそれぞれ検討を行い、計測用  $\text{LiNbO}_3$  光集積回路デバイスの発展性、可能性を示唆している。

以上のように、本論文は、計測用  $\text{LiNbO}_3$  光集積回路デバイスの設計、作製に関して多くの知見を含むもので、光電子工学の発展に寄与するところが大である。

よって博士論文として価値あるものと認める。