

# チューナブルフィルターを用いた小型分光測定ユニットの開発

安達 雅浩<sup>\*1</sup>、黒川 悟<sup>\*2</sup>、井尻 和夫<sup>\*3</sup>、大東 卓央<sup>\*4</sup>  
森本 朗裕<sup>\*5</sup>、和田 泰輔<sup>\*6</sup>  
吉門 進三<sup>\*7</sup>、角 博康<sup>\*8</sup>  
吉田 昌史<sup>\*9</sup>、磯田 英武<sup>\*9</sup>  
梅川 豊文<sup>\*10</sup>、野村 雅句<sup>\*10</sup>

## 1 研究目的

電氣的な光波制御により光の波長分解を可能にするチューナブルフィルターは、分光測定との組み合わせにより高精度な測定が可能な小型分光分析装置の実現が可能である。小型分光分析装置は、定性・定量分析や光源特性評価などの現場での測定への応用が期待されており、その利用範囲は多岐にわたる。

このような背景により産学官連携のもと、分極反転型と音響光学型チューナブルフィルターと分光測定ユニットの共同開発を実施し、中小企業の技術力向上・新製品開発を促進・支援することを目的とする。

## 2 研究内容

(立命館大学への委託研究)

「分極反転チューナブルフィルターの作製法と小型分光測定ユニットの開発」

自発分極を有する電気光学結晶を用いて、電圧印加によって光波制御を行うデバイスの作製方法と波長選択のための光学系の開発を行った。分極反転作製方法にパルス電圧を印加することで75  $\mu\text{m}$  周期にて格子状にパターン形成することに成功し、波長分解機能の回折格子への応用が可能なことを示した。また、偏向機能とグレーティングとの組み合わせにより高精度な微分光光学系が可能なことを示した。

(同志社大学への委託研究)

「音響光学制御デバイス可変波長フィルターの開発」

高周波により表面弾性波を励振することで、波長選択が可能なデバイスの開発を行った。デバイスの開発に必要な光波閉じ込め構造のための2次元導波路、広帯域高周波励振用 IDT (Inter Digital Transducer) 設計・作製と光学系設計を実施し、音響光学波長フィルター作製の要素技術を確認した。

- 
- \* 1 京都府中小企業総合センター 技師
  - \* 2 同 上 主任
  - \* 3 同 上 専門員
  - \* 4 同 上 主任研究員
  - \* 5 立命館大学 理工学部 電子光情報工学科 教授
  - \* 6 同 上 助手
  - \* 7 同志社大学 工学部 電子工学科 教授
  - \* 8 同志社大学 工学部 電子工学科
  - \* 9 コーデンシ株式会社
  - \* 10 京都電子工業株式会社

(コーデンシ株式会社分担研究)

### 「ニオブ酸リチウムを用いた小型分光デバイスの開発」

音響光学デバイスの導波路作製における最適化に関する研究を実施。

(京都電子工業株式会社分担研究)

### 「チューナブルフィルタを用いた近赤外小型分光装置の開発」

光/電気変換された信号の処理回路とパソコンへの入出力インターフェースの開発を実施。音響光学型チューナブルフィルタに関しては、駆動用高周波処理回路の試作を実施。

(京都府中小企業総合センター分担研究)

### 「電気光学結晶の分極反転を用いた小型分光ユニットの試作・評価について」

## [要 旨]

分極反転を用いた光波制御デバイスの試作を行い、偏向・回折機能評価を行った。回折機能は波長選択性のあるブラッグ回折には至らなかったが、偏向機能とグレーティングとの組み合わせにより、メカニカルレス・高分解能波長測定が可能であることを示すことができたので報告する。

## 1 緒 言

光の相互作用により物質の定性・定量分析が可能な分光測定は、高分解能化を要求すれば光学系が複雑・大型になり、またメカニカルな精度が必要となる。これに対し光波制御を電气的に行うことで、メカニカルレス動作が実現可能で、また分光機能をデバイス化することでダウンサイジングも期待できる。これらの課題への取り組みとして我々は、電気光学結晶に分極反転層形成により分

光機能を有する光波制御デバイスを試作し、その評価を行った。

## 2 試作デバイスの評価

試作した分光デバイスを図1に示す。

光の波長を分解する機能として、結晶内に分極反転部分と非反転部分との屈折率差による周期構造を設けることで回折格子を作製した。図2に端面から観察した回折格子を示す。波長選択性を持たせるには、光の入射角度により一義的に決定するブラッグ条件が必要であるが、今回は分極反転層の作製精度により、図3のように複数回の回折光が現れるラマンナス条件となったため、波長分解機能には至らなかった。

次に光の入射角度を変化させる偏向機能のパターンを三角形状の分極反転にて作製した。直接パター

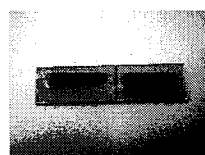


図1 試作デバイス

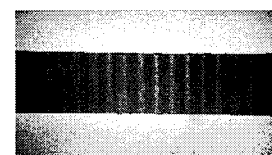


図2 回折格子パターン

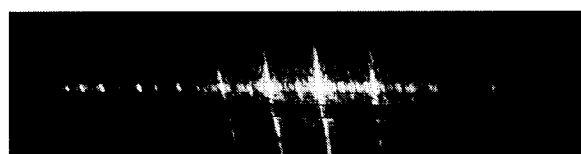


図3 回折光パターン

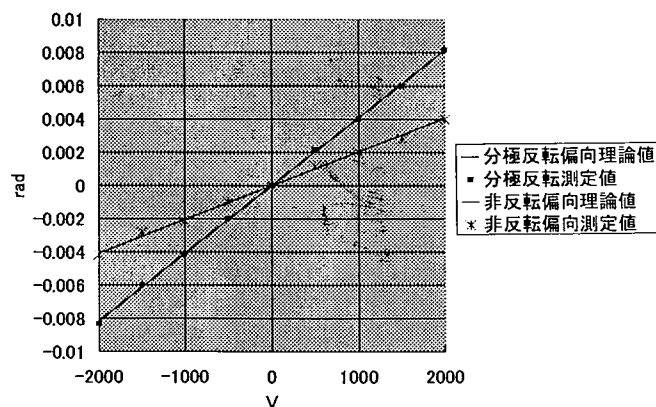


図4 電圧-変更角度特性

ンに電圧印加したときとの比較を図4に示す。電圧印加により結晶内を導波する開口長と相互作用長とのアスペクト比により偏向角度を変化させることが可能であるが、分極反転を施したデバイスは、電圧印加により生じる屈折率差が2倍になるため、角度変化も2倍となることがわかる。

### 3 半導体レーザーの分光特性評価

波長選択性のある回折格子の作製には至らなかったため、偏向機能と2400本/mmのグレーティングを用いて半導体レーザーの分光特性評価を行った。

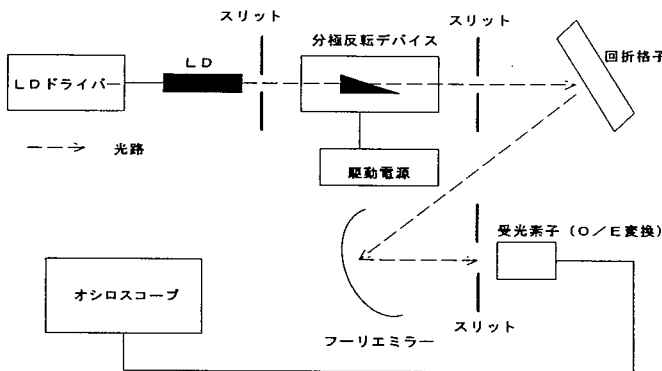


図5 半導体レーザー (LD) 分光特性評価

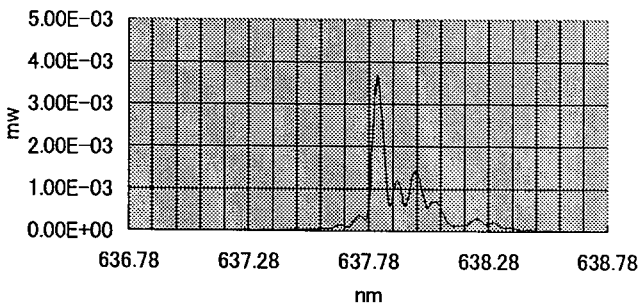


図6 光スペクトラムアナライザ測定波形

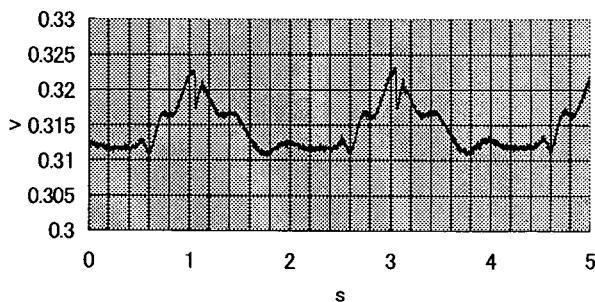


図7 分光デバイスでの特性評価光学系での測定波形

光学系を図5に示す。電圧は0~2Kvで0.5Hz周期の三角波を印加した。

図6は直接対象光源を光スペクトラムアナライザにて測定した波形で、縦モードが3~4本確認できる。図7は分光デバイスでの特性評価光学系にて測定した波形で縦モードが2~3本分離できていることが確認できる。これによりメカニカルレスで高精度な波長分解が必要な測定には有用であることを示した。

### 4 結 言

分光測定に必要な回折機能と偏向機能を有する分光デバイスを分極反転層パターンを用いて試作・評価を行った。回折機能には分極反転層の更なる微細化が必要であり、その最適化について検討が必要である。

また偏向機能デバイスとグレーティングとの複合動作により半導体レーザーの縦モード分離を確認できたことを示した。これにより分極反転の作製精度向上を図ることで分光デバイスの1チップ化の実現が期待できる。

### 5 参考文献

- [1] 西原浩、春名正光、栖原敏明 共著：“光集積回路”、オーム社 (1993)
- [2] 森本朗裕、神谷健太郎、和田泰輔、丸子彰、タッキーカイト、小林哲郎：“電気光学位相格子とその応用”、輻射科学研究会、1999年、9月。
- [3] 和田泰輔、森本朗裕：“分極反転電気光学素子による光波面制御”、立命館大学理工学研究科修士学位論文 (2000)
- [4] 蒲原崇之、森本朗裕：“パルス電圧印加分極反転に関する研究”、立命館大学理工学研究科修士学位論文 (2002)

[5] 渋谷享司、小林哲郎：“斜周期分極反転を用いた新しい電気光学周波数シフタ”、大

阪大学基礎工学研究科修士学位論文（2001）