



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 半導体積層形結合器を用いた波長選択デバイスに関する研究                                                                                                                                                                                                                                          |
| Author(s)    | 坂田, 肇                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Citation     | 大阪大学, 1995, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/39488">https://hdl.handle.net/11094/39488</a>                                                                                                                                                                                  |
| 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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>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           | さか 坂 た 田 はじめ 肇                                                   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 ( 工 学 )                                                      |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 2 1 5 5 号                                                    |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 7 年 1 1 月 2 7 日                                              |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第2項該当                                                     |
| 学 位 論 文 名     | 半導体積層形結合器を用いた波長選択デバイスに関する研究                                      |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 小林 哲郎<br>(副査)<br>教 授 山本 錠彦    教 授 蒲生 健次    助教授 井筒 雅之 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、化合物半導体で構成される積層形グレーティング補償結合器を用いた波長選択デバイスに関する研究の成果をまとめたものである。

波長フィルタを始めとする波長デバイスは、波長分割多重システムに基づく通信網の大容量化、多様化を進める上で不可欠なものである。しかし、その形態は送信源の半導体レーザと比較して大形であり、波長可変も低速に行われている。波長選択デバイスを化合物半導体から作製することで上記課題が改善され、さらに、波長フィルタと光検出器や光増幅器との集積化が容易となり、光学的位置合わせの煩雑さや実装コストを低減できる。

結合器フィルタは、積層された非対称な半導体導波路からなり、所要波長の光を位相補償グレーティングを介して導波路間移行させることを基本としている。はじめに、層構成やグレーティング設計の工夫で、短い素子長のまま狭帯域なフィルタ応答を図る方法について示した。さらに、集積化した波長選択光検出器においては、層構造を導波モードの振る舞いを通して設計することで、高い波長選択比が得られることを明らかにした。

つづいて、GaAs／AlGaAsMQW導波路をチャンネル化して結合器フィルタを作製した。その結果、反射を伴わない集積に適した結合器構造で、十分狭帯域なnm程度のフィルタ帯域幅が、半導体レーザと同等の素子長で得られることを実証した。

次に、結合器フィルタを光検出器に集積化した全長1mmの素子において、選択波長の光は直接光電流として、同時に非選択波長の光は導波路からの透過光として出力が得られることを実証した。

さらに、高速波長切り替えの期待できる量子閉じ込めシュタルク効果を用いたフィルタ波長の制御を試みている。理論及び実験において、フィルタ波長を励起子遷移波長から適度に離調させることで波長可変動作が得られることを明らかにした。

最後に、積層形構造に適したフィルタ応答波形の制御方法として、グレーティングのデューティ比に重み付けを与える方法を提案している。幾つかの重み付け関数をフィルタ応答解析に適用し、本手法で十分なサイドローブ抑圧の得られることを示した。

## 論文審査の結果の要旨

光通信網の大容量化をはかる上で最も有望視される波長分割多重方式では、波長フィルタ等の波長選択デバイスは不可欠である。しかし、従来から開発されてきた波長選択デバイスの多くは送信源の半導体レーザと比較して大形で、波長可変速度も遅い。

申請者は化合物半導体により波長選択デバイスを作製することで上記の問題点が改善され、さらに波長フィルタと光検出器や光増幅器との集積化が容易となり、光学的位置合わせの煩雑さや実装コストを低減できると考え、新たに化合物半導体積層形グレーティング補償結合器を用いた波長選択デバイスを考案、試作し、動作確認をするとともに、複合機能デバイスへの集積化をはかっている。本論文はそれらの研究成果をまとめたものである。申請者はまず積層された非対称な半導体導波路からなり、所要波長の光を位相補償グレーティングを介して導波路間移行させることを基本とした新しい結合器形波長フィルタを考案している。ここで層構成やグレーティング設計の工夫により、短い素子長のまま狭帯域なフィルタ応答を図る方法を導き、続いて、GaAs/AlGaAsMQW導波路をチャンネル化して結合器フィルタを作製し、反射を伴わない集積に適した結合器構造で、十分狭帯域幅なフィルタ帯域幅（ $\sim$ nm）が、半導体レーザと同等の素子長で得られることを実証している。

次に、結合器フィルタを光検出器に集積化した全長1mmの素子において、選択波長の光は直接光電流として、同時に非選択波長の光は導波路からの透過光として出力が得られることを実証している。

また、高速の波長切替えが期待できる量子閉じ込めシュタルク効果を用いたフィルタ波長の制御を試みている。理論及び実験において、フィルタ波長を励起子遷移波長から適度に離調させることで波長可変動作が得られることを明らかにしている。

最後に、積層形構造に適したフィルタ応答波形の制御方法として、回折格子のデューティ比に重み付けを与える方法を提案している。幾つかの重み付け関数をフィルタ応答解析に適用し、本手法で十分なサイドローブ抑圧が得られることを示している。

以上のように、波長分割多重システムに基づく通信網の大容量化、多様化を進める上で不可欠な波長選択デバイスとして、化合物半導体積層形グレーティング補償結合器を用いた独自のものを考案、構成し、動作実証の上、さらにその集積化をはかることに成功しており、その成果は将来の光通信に寄与するところが大きく、これらの研究成果をまとめた本論文は博士（工学）論文として価値あるものと認める。