



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | GaAs系導波形光変調素子に関する研究                                                                                                                             |
| Author(s)    | 大家, 重明                                                                                                                                          |
| Citation     | 大阪大学, 1983, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/33380">https://hdl.handle.net/11094/33380</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">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 ・ (本籍)  | おお 大 け 家 しげ 重 あき 明                      |
| 学 位 の 種 類   | 工 学 博 士                                 |
| 学 位 記 番 号   | 第 6 0 4 8 号                             |
| 学位授与の日付     | 昭 和 58 年 3 月 25 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 | <b>GaAs 系導波形光変調素子に関する研究</b>             |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査)<br>教 授 松尾 幸人<br>教 授 小山 次郎 教 授 裏 克己 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は“GaAs系導波形光変調素子に関する研究”をまとめたもので、全体は6章から構成されている。

第1章の序論では光集積回路に関する研究の現状についてその概況を示すとともに、光集積回路の意義とその問題点を指摘している。モノリシック化の観点から特に、GaAs系導波形光変調素子について従来の研究と比較しながら、本研究の特色について述べ、この分野における位置を明らかにしている。

第2章の亜鉛 (Zn) 拡散法を用いた光導波路では半導体、特にGaAs系における光導波路の形成手法について考察している。更に、光導波路形成の新しい方法として、低濃度拡散の手法の一つで、最近、半導体レーザーの構成にもよく利用されているドライブイン拡散法と、ドーパドオキサイドを用いたスピンオン拡散法により、GaAs系で自由キャリア濃度差に基づく屈折率差による光導波路を作製し、検討を行なっている。

第3章のpn接合を用いたカットオフ形光変調器では、モノリシック光デバイスに適した素子として、GaAs基板上のGaAlAs層を直接導波路として、印加電界により制御する比較的構造の簡単なpn接合を用いた新しいタイプのカットオフ形光変調器を提案し、議論している。まず、変調空間としての空乏層内の2次元電界分布計算に対し、新しい解法として電位分布の簡単な数値計算法について述べ、更に、この変調器の動作原理について電磁界理論の観点より固有モード展開による手法を適用し、変調器の特性を明らかにしている。またそれに関連して、簡単なカットオフ形の光変調器についてその基礎実験の結果をも合わせて示している。

第4章の偏波分離形位相差光変調器では、検光子として偏波分離プリズムを用いて電界による光の強度変調を議論している。これは電気光学材料であるGaAs系結晶の結晶軸と入射レーザ光の偏波方向を適切に選べば、印加電界により結晶中で位相差を生ずることを用いたものである。更に、光集積回路の観点から、この偏波分離プリズムなどの検光子の役目を電極としての金属薄膜が果たし得る可能性について、TE波とTM波との伝搬損失を比較し、金属クラッド光導波路のこの種の変調器への応用を検討している。

第5章の電界効果を用いたGaAs系半導体レーザでは、半導体レーザの注入電流とは独立に電界制御できる構造として、GaAs-GaAlAs注入レーザと、GaAs FETの二つのデバイスを一体化したレーザ構造を提案し検討を加えている。

第6章の結論では、本研究で得られた成果を総括し、今後における問題点や課題を指摘している。

## 論文の審査結果の要旨

モノリシック光デバイスの観点からGaAs系導波形光変調素子に関する研究成果をまとめたもので、多くの新しい知見を得ているが、そのうちの主たる成果は次のように要約される。

- (1) ドライブイン拡散法を用いることにより、低濃度階段接合が簡単に得られ、比較的低損失でしかも、平坦な表面で均一な接合の光導波路を形成できる見通しを得ている。
- (2) 変調空間としての空乏層内電界分布の計算に際し、ポアソンの式とラプラスの式を滑らかに接続する解を求めることにより、2次元電界分布計算も簡単に行えることを確認している。
- (3) 上述の手法を用いて、不均一電界を用いた新しいタイプのカットオフ形光変調器を提案し、固有モード展開法による解析では、素子長数mmで90%以上の変調が可能であることを明らかにしている。
- (4) モードフィルタ用金属クラッドと変調用電極を兼用したショットキー接合形光変調器として、 $\langle 110 \rangle$ 方向電界を用いることにより、小形で低電圧駆動の光変調器が実現できることを理論的に示している。
- (5) 内部損失変調形半導体レーザは、活性層の外側を空乏化することにより、またゲート電極を有する半導体レーザは活性層を空乏化することによって、光、もしくは電流を制御するレーザ構造であり、何れも電圧制御可能であることを動作原理より示している。

以上のように本論文はGaAs系導波形光変調素子に関する多くの重要な新知見を含み、光集積回路のモノリシック化に対して重要な指針を与えるもので、電子工学に寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。