

# 目 次

## 1. レーザー光線とは何か

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1.1 レーザーの原理 .....  | 1 |
| 1.2 レーザー光の特質 ..... | 4 |
| 1.3 レーザーの種類 .....  | 4 |

## 2. レーザーの基礎理論

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 2.1 原子のエネルギーレベル ..... | 6  |
| 2.2 反転分布 .....        | 7  |
| 2.3 原子の寿命 .....       | 9  |
| 2.4 共振器 .....         | 10 |
| 2.5 誘導放出, 誘導吸収 .....  | 13 |
| 2.6 増幅率 .....         | 14 |
| 2.7 発振のしきい値 .....     | 16 |

## 3. 気体レーザーの実験

|                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 3.1 気体レーザーの装置と種類 .....         | 18                            |
| (1) レーザー管 20                   | (4) 光共振器 22                   |
| (2) 気体レーザーの励起方法 20             | (5) 気体レーザー発振理論 23             |
| (3) レーザー管内の気体圧力の条件 21          |                               |
| 3.2 He-Ne レーザーの実験 .....        | 24                            |
| (1) He-Ne レーザーの原理 24           | (8) He-Ne レーザーのモードロック 40      |
| (2) He-Ne レーザー装置および調整 25       | (9) He-Ne レーザーのコヒーレンスの測定実験 44 |
| (3) 発振出力の測定 30                 | (10) He-Ne レーザーを使った回折実験 53    |
| (4) 発光パターンの観測 32               | (11) He-Ne レーザーを使った偏光の実験 58   |
| (5) 発振スペクトル(縦モード)の測定 32        | (12) 気体レーザー光の変調実験 67          |
| (6) 発振周波数の安定化および周波数の選択 34      |                               |
| (7) He-Ne レーザーの雑音の観測 37        |                               |
| 3.3 Ar <sup>+</sup> レーザー ..... | 71                            |
| (1) Ar <sup>+</sup> レーザーの原理 72 | (2) Ar <sup>+</sup> レーザー装置 73 |

|  |   |
|--|---|
| (3) ガス交換型 $\text{Ar}^+$ レーザーの<br>実験 74 |   |
| 3.4 He-Cd レーザー.....                    | 77  |
| (1) He-Cd レーザー装置 77                    |   |
| 3.5 $\text{CO}_2$ レーザーの実験.....         | 78  |
| (1) 理論 78                              | (5) 測定上, 使用後の諸注意 87                             |
| (2) 実験 81                              | (6) $\text{CO}_2$ レーザー光線の特徴 87                  |
| (3) 操作順序 83                            | (7) $\text{CO}_2$ レーザーのエネルギーレ<br>ベルと発振波長について 87 |
| (4) 本装置の性能 86                          |   |
| 3.6 気体レーザーの応用 .....                    | 89  |
| (1) 通信への応用 89                          |   |
| 3.7 ホログラフィへの応用 .....                   | 93  |
| (1) ホログラフィの原理 93                       | (4) 3次元ホログラフィ 97                                |
| (2) フレネルホログラムとフラウン<br>ホーファホログラム 95     | (5) カラーホログラフィ 97                                |
| (3) 拡散照射ホログラフィ 96                      | (6) ホログラフィの実際 98                                |
|  | (7) ホログラフィの応用 99                                |
| <b>4. 固体レーザーの実験</b>                    |   |
| 4.1 固体レーザーの原理 .....                    | 100   |
| 4.2 固体レーザー装置の構成 .....                  | 101   |
| (1) レーザー物質 102                         | (3) ポンピング用光源 106                                |
| (2) 光共振器 104                           | (4) 反射集光ミラー 108                                 |
| 4.3 実験順序 .....                         | 109   |
| (1) 通常発振 109                           | (5) 発光パターンの観察 115                               |
| (2) 光軸調整 109                           | (6) 発振波形の観察 116                                 |
| (3) ジャイアントパルスについて 111                  | (7) 発振出力の測定 117                                 |
| (4) ジャイアントパルス発振 112                    |   |
| 4.4 レーザーによる加工 .....                    | 118   |
| <b>5. 半導体レーザー</b>                      |   |
| 5.1 注入型レーザーの発振原理 .....                 | 121   |
| 5.2 新しい構造のレーザー素子 .....                 | 125   |
| 5.3 パルス発生器について .....                   | 127   |
| 5.4 冷却について .....                       | 134   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| 5.5 実験装置について .....            | 135  |
| 5.6 しきい値に関する実験 .....          | 135  |
| (1) しきい値電流 135                | (2) しきい値の温度依存性の実験 138                      |
| 5.7 スパイクの観察実験 .....           | 140  |
| 5.8 スペクトルに関する実験 .....         | 140  |
| (1) 自然放出のスペクトル特性 141          | (2) レーザー放出によるスペクトル 141                     |
| 5.9 発光パターンの観察実験 .....         | 144  |
| 5.10 放出光の偏光特性 .....           | 144  |
| 5.11 ビームの広がり測定 .....          | 145  |
| 5.12 発光出力の電流依存性の実験 .....      | 146  |
| 5.13 むすび .....                | 147  |
| <b>6. レーザーパラメータ測定</b>         |  |
| 6.1 ファブリキーペロー干渉計 .....        | 148  |
| (1) ファブリキーペロー干渉分光計<br>の原理 148 | (3) 波長の計算および分解能 153<br>(4) スペクトラムアナライザ 154 |
| (2) 構造 151                    |  |
| 6.2 分光器 .....                 | 155  |
| (1) 装置の概要 155                 | (5) 使用法 158                                |
| (2) 光源 157                    | (6) セルと試料調製 158                            |
| (3) モノクロメーター 157              | (7) レーザー光の分光について 159                       |
| (4) 検知器 157                   | (8) レーザー用反射ミラーの<br>反射率測定 159               |
| 6.3 出力測定 .....                | 160  |
| (1) 出力測定法の分類 161              | (5) 光電的測定法 163                             |
| (2) 連続出力の測定 161               | (6) 減衰器 164                                |
| (3) パルス出力の測定 161              | (7) 巨大パルスの測定 165                           |
| (4) 熱的測定法 161                 | (8) 光検出器 166                               |
| 6.4 シンクロスコープ .....            | 169  |
| (1) シンクロスコープの長所 169           | (4) 掃引遅延拡大回路と掃引遅延<br>回路 176                |
| (2) オシロスコープの構成と動作原理 172       |  |
| (3) シンクロスコープ 175              | (5) シンクロスコープの使用法 177                       |
| レーザー用語 .....                  | 181  |
| 索引 .....                      | 189  |