目　次

第１章　レーザとは何か…… 1
1.1　レーザの特長…… 3
①　単色性…… 4
②　指向性…… 4
③　干渉性…… 4
④　エネルギー集中度及び高輝度性…… 4
1.2　レーザの原理…… 7
1.2.1　ボーアの振動条件…… 7
1.2.2　レーザ発振の原理…… 8
(1)　反転分布を必要とするレーザ発振…… 8
(2)　反転分布を必要としないレーザ発振…… 12
①　誘導ラマンレーザ…… 12
②　パラメトリック発振…… 13
1.3　レーザ発振作用の基礎…… 13
1.3.1　レーザの基本構成…… 13
①　レーザ媒質…… 13
②　励起媒体…… 14
③　共振器…… 14
1.3.2　レーザの増幅作用…… 15
1.3.3　共振器の利得と損失…… 17

第２章　レーザ光の特性…… 19
2.1　横モード…… 21
2.2　縦モード…… 23
2.3　スペクトル線…… 24
2.3.1　均一な広がりをもつスペクトル線…… 24

2.3.2　不均一な広がりをもつスペクトル線…… 25
2.4　可干渉距離（コヒーレント長）…… 27
2.5　レーザビームの基本操作…… 29
①　曲げる…… 29
②　拡げる…… 30
③　絞る…… 30
④　振る…… 31
⑤　混ぜる・分割する…… 33
⑥　受光する…… 33
⑦　散乱させる…… 33
⑧　変調する…… 34

第3章　レーザの種類…… 35
3.1　レーザの種類とレーザ媒質…… 37
3.1.1　気体レーザ…… 37
3.1.2　固体レーザ…… 38
3.1.3　液体レーザ…… 39
3.1.4　半導体レーザ…… 39
3.1.5　その他のレーザ…… 39
3.2　レーザの種類と発振波長…… 40

第4章　レーザ光の特性化と仕様値…… 41
4.1　発振波長…… 44
4.2　レーザ出力…… 44
4.3　ビーム径…… 45
4.4　ビーム拡り角…… 47
4.5　モード間隔…… 48
4.6　パルス幅…… 49
4.7　出力安定性と出力エネルギー安定性…… 49
4.8　線幅とスペクトル幅とバンド幅…… 51

4.9　偏光消光比…… 52
4.10　時間出力特性と空間出力特性…… 53
4.11　変換効率…… 54
4.12　寿命…… 55
4.13　環境温度依存出力変動率…… 56
4.14　ビーム指向度安定性とビーム位置度安定性…… 56
4.15　立上り時間…… 57
4.16　ビーム振幅ノイズ…… 58
4.17　ランダム空間ノイズ…… 59
4.18　A／Rスポット密度…… 59
4.19　ウォームアップ特性…… 59
4.20　スペクトル輝度性…… 59
4.21　直線性…… 60

第5章　市販レーザとその特性…… 61
5.1　連続発振レーザ…… 63
5.1.1　アルゴンレーザ及びクリプトンレーザ…… 63
5.1.2　ヘリウム・ネオンレーザ…… 73
5.1.3　その他のレーザ…… 74
5.2　パルスレーザ…… 77
5.2.1　YAGレーザ…… 77
5.2.2　窒素レーザ…… 89
5.2.3　ルビーレーザ…… 91
5.2.4　金属蒸気レーザ…… 92
5.2.5　エキシマレーザ…… 94
(1)　レーザCVD…… 109
(2)　リソグラフィ…… 109
(3)　レーザマーキング…… 110
(4)　ワイヤ被覆のストリップ…… 111
5.3　モードロック／キャビティダンプ　レーザ…… 113

5.3.1　モードロックＹＡＧレーザ……114
5.3.2　モードロックイオンレーザ……116
5.4　波長可変レーザ（色素レーザ）……120
5.4.1　色素レーザの種類……120
5.4.2　連続発振の色素レーザ……123
5.4.3　パルス発振色素レーザ……131
(1)　Ｎｄ：ＹＡＧレーザ励起色素レーザ……135
(2)　エキシマレーザ励起色素レーザ……136
(3)　波長域別によるエキシマレーザ励起と
ＹＡＧレーザ励起色素レーザの比較……137
(4)　窒素レーザ励起色素レーザ……139
(5)　フラッシュランプ励起色素レーザ……141
5.5　波長可変レーザ（その他）……144
(1)　モード同期によるパルス発振の色素レーザ……146
(A)　イオンレーザ……146
(B)　Ｎｄ：ＹＡＧレーザ……146
(2)　Ｆ・センターレーザ……150
(3)　アレキサンドライトレーザ……155
5.6　半導体レーザ……157
5.6.1　半導体レーザの原理……158
5.6.2　市販半導体レーザの種類と特性……160
5.7　波長変換レーザ……164
5.7.1　高調波（特に第２高調波）発生装置……165
5.7.2　和周波／差周波発生装置……166
5.7.3　誘導ラマン発振装置（ラマンレーザ）……168
5.7.4　光パラメトリック発振器……169
5.8　市販レーザの将来への展望……170
5.8.1　エキシマレーザ……170
5.8.2　スラブレーザ……170
5.8.3　その他の固体レーザ……172
5.8.4　半導体レーザ励起とＹＡＧレーザ……172

第６章　ファブリペロー干渉計……175
6.1　ファブリペローの概略……177
6.2　ファブリペロー干渉計の原理……180
6.2.1　平行平面型ファブリ・ペロー……181
6.2.2　コンフォーカル型ファブリ・ペロー……189
6.2.3　マルチパス・ファブリ・ペロー……189
6.3　応用……191
6.3.1　光学システムとしての応用……191
6.3.2　散乱の研究……194
6.3.3　イントラキャビティへの応用……194
6.3.4　レーザのモード分析への応用……194
6.3.5　天体物理への応用……194
6.3.6　マルチパス型、タンデム型での応用……196

第７章　波長選択素子（波調同調素子）……199
7.1　ミラー……201
7.2　プリズム（分散プリズム）……202
7.3　回析格子（グレーティング）……203
7.4　複屈折フィルター……205
7.5　多重ファブリ・ペローエタロン……206
7.6　くさび形エタロン（チューニング・ウェッジ）……207

第８章　共振器内に使用される光学素子……209
8.1　ファラデーローテーター……211
8.2　ブリュウスタ窓……213
8.3　１／２波長板と１／４波長板……214

第９章　Ａ／ＯとＥ／Ｏ……217
9.1　Ａ／Ｏ素子……219
9.2　Ｅ／Ｏ素子……221

第10章　レーザ光のパルス化とパルス技術……223
10.1　Q―スイッチ……225
10.2　キャビティダンプ……227
10.3　モードロック（モード同期または位相同期）……230
(A)　受動的モードロック……230
(B)　能動的モードロック……232
(C)　自己モードロック……232

参考資料

Ⅰ　基本的な単位と式……237

Ⅱ　レーザ用光学部品の取扱い方……238
1.　以下のような取扱いは絶対にしてはならない……238
2.　光学部品を取扱うための前準備……240
3.　光学部品を取扱うに際して……241
4.　購入直後の新しい光学部品……242
5.　光学部品のクリーニング方法……243
6.　光学部品の保存方法について……249

Ⅲ　光学テーブルの選び方……251
1.　光学品の性能を決めるファクターについて……251
2.　光学テーブル用の防振脚性能について……259

Ⅳ　市販レーザの取扱先……261

Ⅴ　CW発振CO_2 レーザのメーカー表……271

Ⅵ　市販レーザの特性表……274

索　引……281