

目 次

第1章 光通信のあらまし

1・1	光通信とは	1
1・2	新しい発光源と光ファイバ伝送路がえられるまで	3
1・3	光伝送の方法にはどんなものがあるか	7
	〔1〕 まず空間伝搬による光伝送が簡単	7
	〔2〕 つぎにレンズ列導波系が	9
	〔3〕 そして光ファイバ伝送路	10
1・4	光ファイバを用いる通信とその特長は何か	12

第2章 光を導く現象の基礎

2・1	屈折と反射は光導波の基礎	15
2・2	光を導くにはどうするか	18
2・3	導波される光はとびとびのモード	20
2・4	モードの数	24
2・5	群速度とは	28
2・6	TEモードとTMモード	31

第3章 光導波路の性質と集光

3・1	分布屈折率導波路とは	33
	〔1〕 分布屈折率導波路の導波	34
	〔2〕 分布屈折率導波路の導波モード数	36
	〔3〕 分布屈折率導波路の群速度	38
3・2	いろいろな屈折率分布の導波路	39
3・3	単一モード導波路	41
3・4	導波路が曲がる場合	44

3・5 境界に凹凸がある場合	45
3・6 集光の方法	46
3・7 マトリクスの方法	50
〔1〕ガウス波	50
〔2〕波面係数の変換	52
〔3〕光線マトリクス	55

第4章 発光とレーザ動作の基礎

4・1 発光現象のしくみとレーザ	57
〔1〕光の放出のしくみ	57
〔2〕光の增幅・発振のしくみ	58
4・2 半導体における発光と発光ダイオード	61
〔1〕半導体の発光材料	61
〔2〕発光ダイオード	65
4・3 レーザ動作の原理	66
〔1〕レーザの発振原理	66
〔2〕レーザの発振条件	68
〔3〕二重ヘテロ接合と室温連続発振	69
4・4 半導体レーザ	70
〔1〕二重ヘテロ構造半導体レーザの動作	70
〔2〕半導体レーザの発振スペクトル	73
〔3〕出力と効率	74
〔4〕二重ヘテロ構造半導体レーザの製法	75
4・5 放出された光の性質	79
〔1〕コヒーレンスということ	79
〔2〕レーザとコヒーレンシー	80

第5章 光通信用光源

5・1 通信用光源の条件	83
〔1〕光源の必要条件	84
〔2〕光源の十分条件	85

5・2 光ファイバの伝送特性と発光素子	87
5・3 短波長帯の光源	89
(1) AlGaAs系発光ダイオード	89
(2) AlGaAs系半導体レーザダイオード	91
(3) ストライプレーザのいろいろ	93
(4) 信頼性向上のためのアプローチ	94
(5) AlGaAs DH レーザの温度特性	95
5・4 長波長帯の半導体光源	95
(1) 長波長帯光源用半導体材料	95
(2) GaInAsP/InP 半導体レーザ	99
(3) GaInAsP/InP 発光ダイオード	103
(4) 波長 $2\mu\text{m}$ 以上の半導体レーザ	104
5・5 半導体レーザのモード制御	104
(1) 横モード制御	104
(2) 縦モード制御	106
5・6 固体レーザ	108

第6章 光 变 調

6・1 光変調とは	113
6・2 半導体レーザの直接変調	115
(1) 共振現象	116
(2) 共振周波数付近でのパルス発生	117
(3) 緩和振動	117
(4) パルス変調におけるキャリヤ蓄積効果	118
(5) 半導体レーザの雑音	122
6・3 発光ダイオードの直接変調	122
6・4 外部変調とは	123
(1) 位相差変調	124
(2) 導波路形変調器	125

第7章 光 検 出

7・1	光検出器の原理	127
	〔1〕光電力と電気信号	127
	〔2〕光検出器に要求される条件	127
	〔3〕PIN フォトダイオードの原理	128
	〔4〕アバランシェフォトダイオード(APD)の原理	129
7・2	実際の光検出器	131
7・3	ビットレート	132

第8章 光回路と光部品

8・1	光ファイバとの結合	135
8・2	いろいろな光回路と部品	137
	〔1〕光コネクタ	137
	〔2〕光スイッチ	138
	〔3〕光減衰器	138
	〔4〕光分岐・方向性結合器	139
	〔5〕光タップ	139
8・3	光アイソレータ	139
8・4	光波長多重方式用の光回路	141

第9章 光集積回路

9・1	光集積回路のあらまし	143
9・2	光集積回路用導波路	144
9・3	導波路形受動回路	146
	〔1〕フィルタ	146
	〔2〕一方向性導波路	146
9・4	導波路形能動回路	146
	〔1〕集積レーザ	146
	〔2〕導波路形変調器と偏向器	150
	〔3〕導波路形検波器	150

[4] 非線形光導波路	151
[5] メモリー作用をもつ導波路	151
9・5 光集積回路の将来	151

第10章 光ファイバ伝送路

10・1 光ファイバの種類と特徴	153
10・2 光ファイバの基本定数	155
(1) 円筒ファイバのパラメータ	155
(2) 階段屈折率ファイバの導波モード	156
(3) 分布屈折率光ファイバ	160
(4) 偏波面保存ファイバ	162
10・3 光ファイバの材料と製法	164
(1) 石英ガラスファイバ	164
(2) 多成分ガラスファイバ	168
10・4 光ファイバの損失	169
(1) 吸収と散乱による損失	169
(2) 境界面での散乱と曲がりによる損失	170
(3) ファイバの接続による損失	172
10・5 光ファイバの伝送帯域	173
(1) 伝送帯域を制限する要因	173
(2) 屈折率分散	174
(3) 構造分散	176
(4) モード分散	178
(5) モード結合とモード依存性のある損失の影響	180
10・6 ケーブルと接続	182
10・7 光ファイバの測定法	185
(1) 屈折率分布の測定法	185
(2) 伝送損失の測定法	187
(3) 伝送帯域の測定法	187
(4) 破断点の検出法	190

第11章 光通信システムとその応用

11・1	光ファイバ通信の特徴と応用分野	191
〔1〕	従来の有線通信との比較	191
〔2〕	光ファイバ通信の特長と応用分野	192
11・2	光ファイバ通信の伝送距離	193
〔1〕	伝送系のあらまし	193
〔2〕	最低受信レベル	194
〔3〕	伝 送 距 離	195
11・3	光伝送方式の例	197
〔1〕	方式と距離の関係	197
〔2〕	アナログ伝送方式	197
〔3〕	光パルス間隔変調（PIM）方式	199
〔4〕	PCM光伝送方式	199
11・4	光波長多重化方式	202
11・5	いろいろな光通信システムの例	203
〔1〕	日本における公衆通信システム	203
〔2〕	海底伝送、国際通信システム	204
〔3〕	各国の公衆通信システム	205
〔4〕	電力系統用光通信システム	206
〔5〕	情報伝送システム	206
〔6〕	光ファイバ伝送による観測・制御	207
11・6	光通信システムの将来像	209

付 錄

付録1 分布屈折率導波路内の光線軌跡

〔式(3・4)の導出〕 213

付録2 分布屈折率導波路における一周期の位相変化

〔式(3・9)の導出〕 214

付録3 式(3・12), (3・15)の導出

215

付録4 レート方程式

215

付録 5 円筒ファイバのモード	216
付録 6 エルミート・ガウス形モード関数	220
付録 7 分布屈折率ファイバのモードとモード対応表	221
付録 8 単一モードの帯域を表わす式	222
文 献 リ ス ト	223
索 引	261