

目 次

第 1 章 序 論

1.1 光ファイバ伝送研究の歴史	2
(1) 伝送媒体の歴史の中で占める光ファイバの位置	2
(2) レーザの歴史	3
(3) 光ファイバ研究の歴史	5
(4) 光伝送方式研究の歴史	5
1.2 光ファイバ伝送方式の特長	7
(1) 公衆通信に用いるときの利点	7
(2) 適用形態	8
(3) 公衆通信以外に用いるときの利点	9

第 2 章 光ファイバ・光導波路の理論

2.1 一般媒質中の光の伝搬	12
(1) マクスウェルの方程式	12
(2) 平面波の性質	13
(3) 偏 光	14
(4) ガウスビーム	15
2.2 異方性および非相反媒質中の光の伝搬	16
(1) 結晶の光学的性質	16
(2) 電気光学効果	19
(3) 磁気光学効果	19
2.3 幾何光学による導波光の理論	20
(1) 幾何光学の基礎概念	20
(2) スラブ形導波路の幾何光学理論	22
(3) ステップ形光ファイバの幾何光学理論	24

(4) グレーデッド形光ファイバの幾何光学理論	25
2.4 波動光学による導波光の理論	27
(1) スラブ形導波路の波動光学理論	27
(2) 方形導波路への拡張	30
(3) ステップ形光ファイバの波動光学理論	32
(4) Weakly guiding 近似	35
(5) グレーデッド形光ファイバの波動光学理論	37
2.5 光ファイバの構造と基本定数	41
2.6 光ファイバの伝送特性	44
(1) 損失特性	44
(2) ステップ形多重モードファイバの周波数特性	45
(3) グレーデッド形多重モードファイバの周波数特性	48
(4) 単一モードファイバの周波数特性	49
(5) ファイバの入射および接続損失	50
(6) 伝送特性の測定	53

第 3 章 光放出吸収・レーザ理論

3.1 光の放出吸収	58
(1) 自然放出とスペクトル線の広がり	58
(2) 誘導放出および吸収	60
3.2 レーザ発振動作	63
(1) 光の増幅・発振	63
(2) 発振モード	67
3.3 レーザ発振理論	74
(1) 基本方程式	74
(2) 半導体レーザの理論	78
(3) 固体レーザの理論	82
3.4 各種レーザ媒質の性能	89
(1) ガスレーザ媒質	89
(2) 固体レーザ材料	91
(3) 半導体レーザ材料	93
3.5 半導体発光素子の材料と波長	95

第4章 光ファイバケーブル

4.1	光ファイバ材料	98
(1)	高純度石英	98
(2)	ドーパント	99
(3)	石英含有多成分光ファイバ用材料	100
(4)	その他の材料	100
4.2	石英系光ファイバ母材の製法	101
(1)	内付 CVD 法	101
(2)	外付法	104
(3)	軸付法	105
(4)	母材製法技術の特徴と発展	107
4.3	石英系光ファイバ線引きと特性	107
(1)	線引き	107
(2)	ロッドインチューブ法	109
(3)	石英系光ファイバの特性	110
4.4	多成分系光ファイバの製法と特性	112
(1)	ガラス合成	112
(2)	2重るつぼ法	113
(3)	多成分系光ファイバの特性	115
4.5	光ファイバケーブルの構造と製法	116
(1)	光ファイバの被覆	116
(2)	光ファイバケーブルの構造	121
(3)	光ファイバケーブルの製造	125
4.6	光ファイバケーブルの接続	128
(1)	光ファイバの永久接続	128
(2)	光ケーブルの接続	132
(3)	コネクタ	134
4.7	光ファイバケーブルの測定	137
(1)	光ファイバの構造測定	137
(2)	光ケーブルの特性測定	141
(3)	光ケーブルの機械特性測定	141
4.8	光ファイバケーブルの信頼性	142

- (1) 光ファイバの信頼性 142
- (2) 光ファイバ心線, 光ケーブル接続の信頼性 147

第 5 章 半 導 体 光 源

5.1	半導体レーザの構造・特性	152
	(1) 半導体レーザの構造	152
	(2) 半導体レーザの発振条件	158
	(3) ストライプ構造	162
5.2	半導体レーザの基本特性	166
	(1) 偏 光	166
	(2) レーザ光のスペクトルと指向性	167
	(3) 発振効率	170
5.3	半導体レーザの製法	171
	(1) 製作概要	171
	(2) 液相エピタキシャル成長	173
5.4	半導体レーザの信頼性	176
	(1) 半導体レーザの劣化と劣化要因	176
	(2) 結晶欠陥観察	179
	(3) 加速寿命試験	182
5.5	半導体レーザのモード制御	183
	(1) 横モード制御	183
	(2) 軸モード制御	186
5.6	半導体レーザの直接変調	191
	(1) 発振の遅れ	191
	(2) 緩和振動	192
	(3) スペクトル広がり	196
	(4) パルセーション	197
5.7	発光ダイオード.....	198
	(1) ファイバとの結合	198
	(2) スペクトル幅	200
	(3) 各種の光伝送用高輝度発光ダイオード	201
5.8	発光ダイオードの直接変調と $I-L$ 特性の直線性	202
	(1) 変調特性	202

(2) 発光ダイオードの非直線ひずみ	204
--------------------------	-----

第6章 固体レーザー

6.1 固体レーザー結晶	210
(1) 活性イオン	210
(2) 不純物添加形結晶	211
(3) 直接化合物結晶	212
(4) 結晶育成法	217
6.2 固体レーザー発振器	218
(1) 共振器の構成	218
(2) 端面励起と側面励起	220
(3) 半導体励起固体レーザー	221
6.3 導波形固体レーザー	223
(1) 固体レーザー結晶の光導波化	223
(2) 導波形固体レーザー	223

第7章 光検波器

7.1 光検波器の特性	228
7.2 Si 光検波器	230
7.3 長波長帯の光検波器	234
7.4 光検波器の信号対雑音比	237
(1) 雑音発生の原因	237
(2) 信号対雑音比	238

第8章 光回路素子

8.1 光導波路	244
(1) 光導波路の種類と材料	244
(2) 光導波路の作製	245
(3) 光導波路の屈折率分布	247
8.2 光導波回路	249
(1) 偏光子 (モードフィルタ)	249
(2) 薄膜レンズ・プリズム	250

(3)	方向性結合器	251
(4)	周期構造をもつ光導波路—フィルタ・反射器	252
(5)	光偏光器	252
(6)	モード変換素子	253
8.3	光変調器	254
(1)	光変調に利用される物理現象	254
(2)	電気光学効果を用いた光変調器	256
(3)	導波管形位相変調器	258
(4)	方向性結合形光変調器	259
(5)	その他の導波管形変調器	261
8.4	光非相反回路	261
(1)	光アイソレータの原理	261
(2)	光アイソレータ用材料	261
(3)	バルク形光アイソレータ	262
(4)	導波管光アイソレータ	263
8.5	光集積回路	265
(1)	集積光スイッチ	265
(2)	集積半導体レーザ	265
(3)	その他の光集積回路	266
(4)	集積光検波器	267
8.6	光導波路への光結合	267
(1)	直接結合	267
(2)	プリズム結合	268
(3)	回折格子結合	268
(4)	テーパ結合	269

第 9 章 光ファイバケーブル伝送方式

9.1	基本構成および設計	272
(1)	伝送系の基本構成	272
(2)	変調形式および回路	275
(3)	受信系 SN 比設計法	278
(4)	波形伝送特性	286
(5)	光中継器の設計	289
(6)	光部品	298

9.2 各種伝送方式	303
(1) 光伝送方式の特徴と適用領域	303
(2) 公衆通信分野	307
(3) 局内・構内伝送	312
9.3 実験システム	316
(1) デジタル伝送	316
(2) アナログ伝送	324