

目 次

1. 光導波路の基礎	(庄野裕夫)...	1
1.1 波動方程式		2
1.1.1 マックスウェルの方程式		2
1.1.2 波動方程式		4
1.1.3 ヘルムホルツの方程式		4
1.1.4 電界と磁界の関係		5
1.1.5 電磁波のエネルギー		5
1.2 誘電体境界における電磁波の屈折と反射		6
1.2.1 反射および屈折の条件		6
1.2.2 フレネルの公式		7
1.2.3 全 反 射		10
1.2.4 グース-ヘンシェンシフト		12
1.3 導波路中の電磁波		16
1.3.1 3層構造導波路 (平板導波路)		16
1.3.2 4層構造導波路		26
1.4 導波路への入力		27
1.4.1 プリズム結合		27
2. 光導波路における光結合	(古屋一仁)...	33
2.1 光集積回路と導波路結合		33
2.2 並行導波路間の結合		36
2.3 並行導波路の結合		37
2.3.1 結合方程式		37
2.3.2 電力保存条件		38

2.3.3	モード結合方程式の解	38
2.3.4	結合特性	39
2.3.5	位相整合と結合表	40
2.3.6	並行導波路間の結合の実験例	40
2.3.7	並行導波路型光スイッチの原理	42
2.3.8	位相整合条件と導波路作製精度	42
2.4	継続導波路の結合	43
2.4.1	突き合せ結合の結合効率	43
2.4.2	絶縁物導波路による半導体光集積回路の相互接続	44
3.	グレーティング導波路の性質	(秋葉重幸) 49
3.1	グレーティング導波路	49
3.1.1	導波路型グレーティングの基本構造と特徴	49
3.1.2	結合波方程式	51
3.1.3	反射・透過特性とブラッグ波長	52
3.1.4	結合係数	54
3.2	DBR レーザー	56
3.2.1	基本構造	56
3.2.2	発振条件	56
3.2.3	損失, 利得のある場合の反射率	57
3.2.4	活性領域と DBR との光学的結合	58
3.3	DFB レーザー	58
3.3.1	共振器としてのグレーティング導波路	58
3.3.2	基本構造	59
3.3.3	発振条件	59
3.3.4	発振しきい値電流密度, 出力効率, 発振波長	60
3.4	グレーティング終端の影響	62
3.4.1	反射端面とグレーティングの位相	62
3.4.2	DBR レーザーへの影響	62

3.4.3	DFB レーザーへの影響	63
3.5	位相シフト型グレーティング導波路	64
3.5.1	反射・透過特性	64
3.5.2	位相シフトグレーティングの実現方法	66
3.5.3	DFB レーザーへの応用	66
4.	非線形光導波路とその性質 (梅垣真祐)	71
4.1	非線形光学効果	71
4.1.1	光第2高調波発生	72
4.1.2	和・差周波発生	73
4.1.3	光パラメトリック発振	73
4.1.4	1次の電気光学効果	74
4.2	光導波路を用いた周波数変換	74
4.2.1	非線形相互作用	74
4.2.2	非線形光導波路の利点	77
4.2.3	光導波路中の周波数変換	78
4.3	位相整合法	83
4.3.1	バルク結晶における位相整合法	83
4.3.2	光導波路における位相整合	85
4.4	各種非線形光導波路の作製法と特性	91
4.4.1	非線形光学材料	91
4.4.2	非線形光導波路材料	93
5.	半導体光導波路 (松村宏善)	97
5.1	半導体薄膜光導波路の製作	98
5.2	半導体光導波路の伝送損失測定	101
5.3	半導体基板を用いた光スイッチ	102
5.3.1	GaAs系光スイッチ	102
5.3.2	InP系光スイッチ	103

5.4	光集積回路	106
6.	誘電体光導波路 (近藤充和・阪口光人)	112
6.1	誘電体光導波路デバイスの種類	112
6.1.1	受動デバイス	112
6.1.2	光制御デバイス	113
6.2	基板および導波路の材料	117
6.2.1	材料および導波路に対する要求	117
6.2.2	誘電体結晶光導波路	118
6.3	Ti 拡散 LiNbO_3 光導波路の特性	120
6.3.1	光導波路デバイスの製作方法	120
6.3.2	屈折率分布	122
6.3.3	導波光フィールド分布とデバイス特性	123
6.3.4	MgO 追拡散法	126
6.4	その他の光導波路の特性	128
6.4.1	LiNbO_3 プロトン交換光導波路	128
6.4.2	LiNbO_3 外拡散光導波路	129
6.4.3	LiTaO_3 光導波路	129
6.4.4	PLZT 光導波路	130
6.5	素子の集積化	130
6.5.1	素子間接続	131
6.5.2	素子間干渉	131
6.5.3	導波路加工技術	132
6.6	光損傷および DC ドリフト	132
6.6.1	光 損 傷	132
6.6.2	DC ドリフト	133
7.	非晶質光導波路 (宮下 忠)	136
7.1	非晶質光導波路の材料	136

7.2 各種非晶質光導波路の製作法と基本特性	138
7.2.1 製作法概観	138
7.2.2 石英系ガラス	139
7.2.3 多成分系ガラス	142
7.2.4 カルコゲナイドガラス	145
7.2.5 有機光導波路	146
7.2.6 液晶光導波路	149
7.3 非晶質光導波路の応用	150
7.3.1 光分岐・合流回路	150
7.3.2 光方向性結合器	151
7.3.3 光波長合分波回路	152
7.3.4 光周波数合分波回路	153
7.3.5 光スイッチ回路	154
7.3.6 光モジュール	155
7.3.7 その他	155
8. 光マトリックススイッチおよび変調器 (中島啓幾)	158
8.1 Ti:LiNbO ₃ デバイスの特長	158
8.2 スイッチ/変調器の各種基本形態	159
8.2.1 方向性結合器型スイッチ	160
8.2.2 交差 (X) 型スイッチ	162
8.2.3 Y分岐型スイッチ	163
8.2.4 分岐干渉 (マッハツェンダー) 型変調器	163
8.2.5 非対称交差 (X) 型スイッチ	163
8.2.6 バランスブリッジ型スイッチ	164
8.2.7 カットオフ型変調器	164
8.3 Ti:LiNbO ₃ マトリックススイッチ	164
8.3.1 方向性結合器型スイッチの集積化と応用	164
8.3.2 交差型スイッチの集積化と応用	166

8.4	Ti : LiNbO ₃ 光変調器	167
8.4.1	マッハツェンダー型変調器	168
8.4.2	方向性結合器型変調器	168
8.5	その他の材料・原理	170
9.	光 偏 向 器	(山本 昇) 179
9.1	光偏向器の構成法	180
9.2	光導波路の材料	181
9.3	表面弾性波トランスデューサー	185
9.4	光入出力法	187
9.5	端面出射型光偏向器	189
9.5.1	構 成	189
9.5.2	作 製	190
9.5.3	素子特性	190
9.5.4	2次元走査実験	192
10.	光アイソレーター	(宮崎保光) 195
10.1	光アイソレーター	195
10.2	導波型薄膜光アイソレーター	198
10.3	磁気光学材料	201
10.4	磁気光学ガーネット薄膜の作製	203
10.5	磁気光学導波路と光アイソレーター	207
11.	スペクトルアナライザー	(金澤 守) 216
11.1	集積化した光 RF スペクトルアナライザーの 原理と特徴, 性能評価項目	217
11.1.1	光音響相互作用	217
11.1.2	周波数帯域幅	220
11.1.3	周波数分解能	223

11.1.4	ダイナミックレンジ	227
11.1.5	処理時間	228
11.2	代表的なスペクトルアナライザの試作例	228
11.3	他のスペクトルアナライザの構成例	232
11.3.1	LiNbO ₃ 系	232
11.3.2	半導体基板系	233
12.	光演算用光集積回路.....(石原 聰).....	236
12.1	光演算と光集積回路	236
12.2	光集積化演算回路	238
12.2.1	A/D変換用光集積回路	238
12.2.2	D/A変換用光集積回路	238
12.2.3	論理演算用光集積回路	238
12.2.4	剰余演算用光集積回路	239
12.2.5	多項式演算用光集積回路	240
12.3	光-光制御素子を用いた光演算用光集積回路.....	241
索 引	245