

目 次

1 半導体超格子構造・量子井戸構造の基礎

1.1	半導体のバンド構造の特徴と超格子構造のタイプ	2
1.2	超格子構造の電子状態を特徴づけるパラメータ	3
1.3	単一量子井戸中の電子状態	4
1.4	クロニツヒ・ペニーモデルとミニバンドの形成	10
1.5	超格子構造・量子井戸構造の光学的性質	12
1.5.1	光吸収スペクトル	12
1.5.2	励起子効果	15
1.6	GaAs-Al _x Ga _{1-x} As 量子井戸構造の光吸収スペクトル	17
	参考文献	21

2 超格子構造の製作技術と構造評価

2.1	分子線エピタキシー技術	22
2.1.1	MBE プロセスと MBE 装置	24
2.1.2	MBE 装置内の部品	28
2.1.3	MBE 成長機構	35
2.2	有機金属気相たい積 (MOCVD) 技術	40
2.3	超格子構造の結晶学的評価	42
2.3.1	X 線回折法	42
2.3.2	表面平坦性	43
2.3.3	ホトルミネセンス法による界面の平坦性の検討	44
2.3.4	透過電子顕微鏡による断面格子像の観察	47
	参考文献	52

3 超格子構造・量子井戸構造の光物性

3.1	発光波長の量子井戸層厚依存性	55
3.2	狭い発光半値幅	56
3.3	不純物の効果	57
3.4	振動子強度の偏波面依存性	59
3.5	量子井戸構造の屈折率	67
3.6	室温励起子	72
3.6.1	励起子とは	74
3.6.2	2次元励起子の束縛エネルギーの理論	76
3.6.3	2次元励起子の束縛エネルギーの測定	82
3.6.4	室温励起子の安定性	87
3.6.5	Ga-Al-As 系以外の量子井戸構造中の励起子	89
3.6.6	励起子に伴う光非線形性	90
3.6.7	量子井戸構造の電界効果	93
	参考文献	107

4 量子井戸レーザと励起子デバイス

4.1	量子井戸 (quantum well, 略して QW) レーザ	118
4.1.1	量子井戸レーザの研究の歴史	118
4.1.2	量子井戸レーザの構造	120
4.1.3	量子井戸レーザの発振特性	123
4.1.4	量子井戸レーザの発展形態	141
4.2	励起子デバイス	154
4.2.1	エタロン形光双安定デバイス	155
4.2.2	量子閉じ込めシュタルク効果を用いた光変調器	157
4.2.3	SEED	159
4.2.4	可飽和吸収体とレーザのモード同期	163
4.2.5	双安定量子井戸レーザ	164
4.2.6	波長選択性をもつ光検出器	165
4.2.7	励起子吸収クエンチングを利用した光電子素子	167
	参考文献	170

5 超格子構造の混晶化とその応用

5.1	超格子構造の混晶化とは	181
5.2	超格子構造の混晶化を観察・測定する手法	185
5.3	超格子構造の混晶化の一例	187
5.4	混晶化の機構	190
5.4.1	Zn の場合	191
5.4.2	Si の場合	192
5.4.3	Ga の場合	195
5.5	混晶化のデバイスへの応用	196
	参考文献	199

6 多次元量子井戸構造

6.1	量子細線レーザや量子箱レーザに予想される特徴	206
6.2	多次元量子井戸構造の製作について	212
6.2.1	集束 Ga イオンビームによる GaAs-AlGaAs 超格子 構造の混晶化	214
6.2.2	量子細線の形成とその光学的特性	219
	参考文献	224

7 超格子構造・量子井戸構造の 光物性に関する基礎的事柄

7.1	状態密度	227
7.2	クロニッヒ・ペニーモデル	231
7.3	磁気光吸収効果	234
7.3.1	ランダウ準位	234
7.3.2	磁気光吸収	239
7.4	量子井戸構造における光吸収係数と発光再結合速度	241

7.5 バンドオフセット248

参 考 文 献252

索 引255

