目　　次

まえがき

第1章　物質の光学応答 ―― 1
1・1　絶縁体と伝導体，バルクと量子構造 …… 1
1・2　誘電関数と光学定数 …… 3
1・3　電子分極と物質の分散 …… 4
1・3・1　自由電子のドルーデモデル　5
1・3・2　束縛電子のローレンツモデル　8
1・4　半導体における素励起 …… 11
1・4・1　バンド間遷移　11
1・4・2　励起子(エキシトン)　12
1・5　電磁固有モード …… 15
1・5・1　ポラリトン　15
1・5・2　表面波モード　17
1・6　ナノ量子構造 …… 20

第2章　ナノ粒子の光学応答 ―― 23
2・1　準静電近似 …… 23
2・2　点双極子 …… 25
2・3　ナノ粒子の双極子モーメント …… 26
2・4　双極子モーメントの共鳴的な増大 …… 29
2・5　2粒子ペアの相互作用 …… 32
2・6　ナノ粒子と環境の相互作用 …… 36
2・7　ナノ粒子によるスイッチング機能 …… 38

第3章 半導体量子ナノ構造の光物性 ―― 41

3・1 電子状態と励起子 ……41
3・1・1 エネルギーバンド 41
3・1・2 空間的に閉じ込められた電子 43
3・1・3 励起子 45
3・1・4 量子ナノ構造の励起子 47
〔1〕 弱い閉じ込め 47
〔2〕 中間閉じ込め 48
〔3〕 強い閉じ込め 48
3・2 光学遷移 ……49
3・2・1 光学遷移の基礎 49
3・2・2 バンド間遷移 52
3・2・3 ラビ振動 54
3・3 緩和現象 ……58
3・3・1 緩和とスペクトル幅 58
3・3・2 密度演算子とコヒーレンス 60
3・3・3 電子-フォノン相互作用 62
3・3・4 緩和機構 66
〔1〕 高次フォノン緩和 67
〔2〕 ポーラロン 68
〔3〕 オージェ過程 69
3・4 量子ナノ構造の作製 ……69
3・4・1 物理化学的作製法 69
3・4・2 自然形成的作製法 71
〔1〕 FvdM モード 72
〔2〕 SK・VW モード 72
3・4・3 積層構造 74
3・5 フォノン ……75
3・5・1 閉じ込め効果 76
〔1〕 閉じ込め光学モード 76

〔2〕 界面光学モード 77
〔3〕 折り返し音響モード 77
3・5・2 ひずみの影響 78
3・5・3 混晶化 82

第4章 ナノ光物性評価のための空間分解分光法 ―― 85

4・1 空間分解分光と単一粒子分光 ……85
4・2 ソリッドイマルジョンレンズ法 ……88
4・2・1 回折限界 88
4・2・2 ソリッドイマルジョンレンズ 89
4・3 近接場光学顕微鏡の基礎 ……93
4・3・1 微小開口の光学―1（スカラー回折理論） 94
4・3・2 微小開口の光学―2（偏光分布） 98
4・3・3 近接場光学顕微鏡の概略 100
4・4 近接場光学顕微鏡の要素技術 ……102
4・4・1 NSOM プローブ 102
〔1〕 作製工程 102
〔2〕 光の透過効率 103
〔3〕 空間分解能 107
〔4〕 波長範囲 108
4・4・2 プローブと試料表面の距離制御 109
4・4・3 NSOM の光学配置 110
4・4・4 特殊環境・外場下の NSOM 112
4・5 単一分子分光 ……113
4・5・1 単一分子観察の概要 113
4・5・2 NSOM による単一分子計測技術 116
4・5・3 高分解能化へ向けて ……121
4・5・4 単一分子ラマン散乱分光 122
4・6 高度な近接場分光技術 ……122
4・6・1 時間分解分光 123

4·6·2 非線形分光 125
4·6·3 偏光分光 126
4·6·4 局所的な電場・応力の印加 129
4・7 散乱型近接場光学顕微鏡 ……131

第5章 半導体量子ナノ構造分光の実際 ―――― 137
5・1 発光分光 ……137
5·1·1 不均一広がりと空間分解分光 138
5·1·2 均一幅と温度依存性 140
5·1·3 スペクトル拡散 144
5·1·4 多励起子発光 146
5·1·5 励起子微細構造 149
5·1·6 量子ドット間結合 151
5・2 発光励起分光 ……153
5·2·1 励起準位 154
5·2·2 ラビ振動 155
5·2·3 共鳴ラマン散乱 157
5·2·4 連続状態 160
5・3 磁気光学分光 ……164
5·3·1 反磁性シフト 164
5·3·2 ゼーマン分裂 166
5·3·3 磁場中のスピン緩和 169
5·3·4 励起子微細構造 171
5・4 コヒーレント励起分光 ……173
5・5 ラマン散乱分光 ……179

第6章 ナノ光源が拓く電子状態の新しい操作技術 ― 183
6・1 非局所応答 ……183
6・2 波動関数マッピング ……187
6・3 分子ナノ光デバイス ……194

6・4 ナノ粒子のマニピュレーション ……198

参考・引用文献 ……203
索 引 ……215