目　次

第1章　光技術の限界とその打破 —— 1

1.1　光技術とその現状 …… 1
1.2　光技術の限界の要因 …… 4
1.3　回折限界の打破 …… 6
　1.3.1　近接場光の発生 …… 7
　1.3.2　エバネッセント光との比較 …… 9
　1.3.3　近接場光の測定 …… 13
　1.3.4　ナノフォトニクスとは …… 15
演習問題 …… 30

第2章　局在光子の基礎 —— 33

2.1　光子 …… 33
　2.1.1　光の波動性と粒子性 …… 34
　2.1.2　半古典論 …… 37
　2.1.3　量子論 …… 39
　2.1.4　電磁場の量子化 …… 46
　2.1.5　「光子」はどこに存在するか …… 47
2.2　近接場光相互作用 …… 49
　2.2.1　量子ドット間に働く近接場光相互作用とそのハミルトニアン …… 51
　2.2.2　励起子状態と遷移 …… 53
　2.2.3　近接場光相互作用の具体形とその大きさ …… 56
2.3　局在光子モデルとその応用 …… 61
　2.3.1　環状に配列された量子ドットに対する局在光子モデル …… 61
　2.3.2　ナノ物質系のボゾン励起とその時間変化 …… 64

2.3.3 ナノ物質系のフェルミオン励起とその時間変化 …… 69
2.3.4 電気双極子秩序化と超放射現象 …… 72
演習問題 …… 84

第3章 ナノフォトニクスの原理 —— 87
3.1 近接場光を利用するナノフォトニックデバイスの動作原理 …… 87
3.1.1 ナノ物質のエネルギー状態とナノ物質間でのエネルギー移動 …… 87
3.1.2 近接場光により励起されたナノ物質間のエネルギー移動の時間変化 …… 106
3.2 近接場光による加工の原理 …… 126
3.2.1 急こう配の電場がナノ粒子に及ぼす力 …… 126
3.2.2 準粒子モデル …… 133
演習問題 …… 147

第4章 ナノフォトニックデバイスの実際 —— 151
4.1 ナノフォトニックデバイスに対する要求 …… 151
4.2 ナノフォトニックデバイスの動作特性 …… 152
4.2.1 一つの例：ナノフォトニックスイッチ …… 153
4.2.2 さらに発展するナノフォトニックデバイス …… 163
4.3 巨視的寸法の光デバイスとの接続 …… 175
4.3.1 金属細線による導波路 …… 177
4.3.2 高性能化の方法 …… 180
演習問題 …… 187

第5章 ナノフォトニック加工の実際 —— 189
5.1 ナノフォトニック加工の形態 …… 189
5.1.1 光化学気相堆積 …… 195
5.1.2 光リソグラフィ …… 201
5.2 近接場光の空間局在性に基づく加工 …… 205
5.2.1 非断熱的過程の誘起 …… 205

5.2.2 光化学気相堆積への応用 …… 209
5.2.3 光リソグラフィへの応用 …… 210
5.3 加工の効率向上を目指して …… 213
5.3.1 寸法精度の向上 …… 213
5.3.2 加工速度の向上 …… 216
5.3.3 その他の新しい微細加工法 …… 218

第6章 ナノフォトニクスの将来 —— 223
6.1 理論的取扱いの特徴 …… 223
6.2 今後の発展のために …… 226

付録A 分子の光解離 …… 229
付録B 論理演算と完備性 …… 237

演習問題の略解 …… 239

参考文献 …… 255

索 引 …… 263