

目次

第 I 部 基本的概念:電子とフォノン	1
第 1 章 固体の特徴	3
1.1 固体の分類	3
1.2 固体のモデル I: 相互作用する原子	6
1.3 固体のモデル II: 素励起	7
1.4 固体と液体の中の素励起	9
1.5 外部プローブ	11
1.6 分散曲線	12
1.7 素励起とプローブ粒子のファインマンダイアグラム	17
1.8 粒子間相互作用	18
第 2 章 結晶中の電子	27
2.1 ハミルトニアン	27
2.2 ボルン-オッペンハイマー断熱近似	28
2.3 平均場近似	30
2.4 周期ポテンシャル近似	31
2.5 並進対称性, 周期性と格子	32
第 3 章 電子のエネルギーバンド	43
3.1 自由電子モデル	43

3.2	対称性とエネルギーバンド	46	6.5	相互作用する電子気体の対相関関数	179
3.3	ほとんど自由な電子モデル	55	6.6	交換相関ホール	182
3.4	強結合モデル	59	6.7	交換相関エネルギー	185
3.5	バンドの中の電子 (およびホール) の速度と f 和則	66	第 7 章	密度汎関数理論	191
3.6	周期境界条件とバンドの状態についての和	71	7.1	基底状態と密度汎関数法	192
3.7	いくつかの物質のエネルギーバンド	75	7.2	コーン-シャム方程式	196
第 4 章	格子振動とフォノン	87	7.3	第一原理擬ポテンシャルと密度汎関数理論	203
4.1	格子振動	87	7.4	DFT の応用: 電子, 構造, 格子振動とそれらに関わる基底状態の性質	206
4.2	第 2 量子化とフォノン (音量子)	97	第 8 章	固体の誘電関数	215
4.3	応答関数: 熱容量	104	8.1	線形応答理論	215
4.4	状態密度	106	8.2	自己無撞着場の方法	220
4.5	臨界点とバンホーブ特異点	113	8.3	DFT に基づく RPA 誘電関数	221
第 I 部問題		121	8.4	均質な電子気体	224
第 II 部 電子相互作用, ダイナミクス, 応答		133	8.5	簡単な応用	229
第 5 章	結晶中の電子のダイナミクス	135	8.6	誘電関数の他の性質	233
5.1	有効ハミルトニアンとワニア関数	136	第 II 部問題		241
5.2	有効ハミルトニアン法による電子のダイナミクス	138	第 III 部 光学的性質と輸送現象		249
5.3	半導体の浅い不純物状態	143	第 9 章	電子遷移と固体の光学的性質	251
5.4	外場中の運動	146	9.1	応答関数	251
5.5	有効質量テンソル	150	9.2	金属のドゥルーデモデル	256
5.6	運動方程式, ベリー位相とベリー曲率	153	9.3	横誘電関数	260
第 6 章	電子の多体相互作用: 相互作用する均質電子気体とその発展	161	9.4	半導体と絶縁体における光誘起バンド間遷移	264
6.1	相互作用する均質電子気体, ジェリウムモデル	164	9.5	電子-ホール相互作用と励起子効果	272
6.2	相互作用する電子気体に対するハートリー-フォック近似	167	第 10 章	電子-フォノン相互作用	295
6.3	基底状態のエネルギー: ハートリー-フォック近似とその改良	171			
6.4	電子密度と対相関関数	176			

10.1	剛体イオンモデル	296	14.5	BCS ギャップ方程式のより一般的な解	476
10.2	金属, 絶縁体, 半導体に対する電子-フォノン行列要素	301	14.6	場の理論の方法と BCS 理論	486
10.3	ポーラロン	308			
第 11 章	磁場のかかった結晶中の電子の運動	315	第 15 章	磁性	493
11.1	一様な磁場中の電子とランダウ準位	316	15.1	背景	493
11.2	静磁場のかかった結晶中の電子	318	15.2	反磁性	494
11.3	有効質量と実空間内の軌道	321	15.3	常磁性	495
11.4	量子振動: $1/B$ についての周期と金属のドハース-バンアル フェン効果	324	15.4	強磁性と反強磁性	500
			15.5	金属磁性	511
			15.6	磁性不純物と局所相関効果	516
第 12 章	固体中の輸送現象の基礎	333	第 16 章	低次元系とナノ構造体	521
12.1	磁気抵抗効果とホール効果の簡単な理論	333	16.1	状態密度と光学的性質	521
12.2	整数量子ホール効果	344	16.2	バリステック輸送と電気伝導度の量子化	530
12.3	ボルツマン方程式の方法と実在金属中の輸送現象	354	16.3	ランダウアー公式	537
12.4	線形ボルツマン方程式による電気伝導と熱伝導	363	16.4	弱結合とクーロンブロックード	540
			16.5	グラフェン, カーボンナノチューブ, グラフェンナノ構造体	543
第 III 部問題		373	16.6	他の擬 2 次元物質	561
第 IV 部 多体効果, 超伝導, 磁性, 低次元系		383	第 IV 部問題		565
第 13 章	多体系理論の応用	385	参考文献		579
13.1	一般的定式化	385	索引		589
13.2	相互作用するグリーン関数	390			
13.3	ファインマンダイアグラムと多体摂動論の方法	399			
第 14 章	超伝導	409			
14.1	実験的背景	409			
14.2	超伝導の理論	416			
14.3	超伝導準粒子のトンネリング	463			
14.4	超伝導体の分光	472			