

目 次

1. 結晶構造と結晶による波の回折

1・1 固体の凝集	1
1・2 結晶構造	3
1・3 結晶による波の回折と逆格子	9
問 題	17

2. 弹性常数, 弹性波, およびフォノン

2・1 ひずみ, 応力, および弾性常数	18
2・2 弹性波	20
2・3 格子振動とフォノン	23
2・4 Einstein モデルと Debye モデル	29
問 題	32

3. 絶縁体結晶の基礎的な性質

3・1 分子性結晶とイオン結晶の結合エネルギー, Madelung 常数	33
3・2 結晶格子の比熱と熱伝導度	36
3・3 Grüneisen の関係式	41
問 題	43

4. 電子状態とバンドの構造

4・1 固体における電子状態	44
4・2 Bloch 関数と Bloch の定理	45
4・3 Tight-binding の方法	48

4・4	自由電子模型	51
4・5	Nearly free electron (NFE) の模型	53
4・6	Brillouin 帯と状態密度.....	56
4・7	Bloch 関数と Wannier 関数	60
4・8	Bloch 関数を求めるいくつかの方法	61
	(1) Wigner-Seitz の方法.....	62
	(2) Orthogonalized plane wave (OPW) の方法と 擬ポテンシャル	65
	(3) Augmented plane wave (APW) の方法	69
4・9	波動関数の対称性	70
	問 題	71

5. 金属と半導体の基礎的な性質

5・1	1電子像と電子相關	72
5・2	Fermi 統計.....	81
5・3	電子比熱	84
5・4	Hume-Rothery の規則.....	85
5・5	伝導電子の遮へい効果と Kohn 効果.....	87
5・6	Friedel の sum rule.....	91
5・7	密度汎関数の方法	93
5・8	真性半導体と不純物を含んだ半導体	96
5・9	半導体中の浅い不純物状態.....	101
5・10	p-n 接合	103
	問 題.....	106

6. 輸送現象

6・1	Boltzmann 方程式	107
6・2	電気伝導度と熱伝導度.....	108
6・3	緩和時間の計算 (Born 近似)	112
6・4	不純物による散乱 (phase shift の方法).....	114
6・5	格子振動 (フォノン) による散乱.....	116
6・6	Hall 効果と磁気抵抗	120

6・7 一般的な輸送係数.....	123
6・8 電気抵抗の極小と Kondo 効果.....	127
問 題.....	131

7. Landau 準位と Fermi 面

7・1 サイクロトロン共鳴.....	133
7・2 Landau 準位.....	136
7・3 de Haas-van Alphen 効果	138
7・4 閉じた軌道と開いた軌道.....	142
7・5 2次元導体の Landau 準位と量子 Hall 効果.....	144
問 題.....	147

8. 結晶における局在電子の状態と性質

8・1 結晶における局在電子の状態.....	148
8・2 帯磁率——Curie および Curie-Weiss の法則, Van Vleck の常磁性	155
8・3 磁性体に対する Weiss の理論	162
8・4 スピン波.....	164
8・5 光吸収による遷移.....	168
問 題.....	170

9. 絶縁体の誘電的性質

9・1 局所電場, Clausius-Mossotti の関係式	171
9・2 イオン変位の分極率, Lyddane-Sachs-Teller の関係式.....	175
9・3 Langevin-Debye の式.....	178
9・4 強誘電体.....	180
問 題.....	181

10. 伝導電子の磁気的性質

10・1 スピン常磁性	182
-------------------	-----

10・2 軌道常磁性	184
10・3 Landau 反磁性	185
10・4 強磁性金属の Stoner 模型	186
10・5 Virtual bound state.....	191
問 題	195

11. 伝導電子の光学的性質

11・1 巨視的な理論	196
11・2 Lorentz および Drude の電子論	198
11・3 異常表皮効果	200
11・4 金属の複素誘電率と誘電異常	202
問 題	207

12. 超 伝 導

12・1 超伝導の特徴	208
12・2 London 方程式と Pippard 方程式.....	211
12・3 電子間の有効相互作用と Cooper 対	212
12・4 BCS 理論.....	216
12・5 第 2 種超伝導体と磁束量子化	220
12・6 1 電子トンネル効果と Josephson 効果.....	223
問 題	225

付録 1. Hartree および Hartree-Fock の方法.....	226
付録 2. $\exp[-\beta(A+B)]$ の展開公式.....	229
付録 3. 1 電子の占有のみが可能な準位の Fermi 分布関数	230
付録 4. 交換相互作用のスピン演算子による表式.....	231

問題解答	232
参考書	253
参考文献	255
索 引	257

