

目 次

1. 結晶の構造、X 線構造解析	2
1.1 X 線で構造を解析する	2
1.2 格子と逆格子	4
1.3 デバイ・シェラー法	6
1.4 ブラベー格子と空間群	8
1.5 構造因子と形状因子	10
1.5.1 Si の構造因子	11
1.5.2 GaAs の構造因子	13
1.5.3 原子形状因子	14
1.6 構造解析のまとめと展開	15
2. エネルギーバンド、光電子分光	18
2.1 エネルギーバンドの概念	18
2.1.1 金属, 絶縁体, 半導体	19
2.2 ブロッホの定理	20
2.3 エネルギーバンドの計算法	21
2.3.1 ブロッホ関数	21
2.3.2 平面波を使ったエネルギーバンドの求め方	23
2.3.3 タイトバインディング法	25
2.4 簡単なエネルギーバンド計算の例	26
2.4.1 1次元原子鎖のエネルギーバンド	26
2.4.2 単位胞に2つ以上の軌道がある場合	28

2.5	状態密度	29
2.6	角度分解光電子分光	31
3.	格子振動、中性子非弾性散乱	36
3.1	格子振動の量子『フォノン』	36
3.2	1次元の原子の格子振動	37
3.3	音響フォノンと光学フォノン	38
3.4	縦波と横波	39
3.5	振動の非調和性	41
3.6	中性子(X線)非弾性散乱	42
4.	固体中の電子物性, 操作トンネル分光	47
4.1	金属, 半導体, 絶縁体	47
4.2	半金属, 周期律表, 元素	49
4.3	有効質量とホール	50
4.4	フェルミエネルギー	52
4.5	自由電子, 状態密度	54
4.5.1	フェルミエネルギーの見積もり	55
4.6	自由電子の圧力と体積弾性率	56
4.7	電子密度を表すパラメーター r_s と原子単位	59
4.8	電子比熱	61
4.9	スピン常磁性(パウリ常磁性)	62
4.10	操作トンネル分光	64
5.	磁性, SQUID	68
5.1	磁性の分類	68
5.2	常磁性体の磁性	69
5.3	キュリーの法則	74
5.4	全角運動量 J の求め方, フントの規則	74
5.5	軌道角運動量の消失	76

5.6	強磁性 (キュリーワイス則)	77
5.7	磁化率の測定法 SQUID	79
6.	光と物質の相互作用・レーザー	85
6.1	電磁波と物質	85
6.2	電磁場による摂動ハミルトニアン の導出	87
6.3	光の吸収の確率: 時間に依存する摂動論	90
6.4	レーザーのしくみ	92
6.5	Fermi のゴールドンルール、レーザー冷却の原理	93
6.6	誘導放出と自然放出、フォノンの放出と吸収	96
6.7	金属の光吸収、ドルーデ吸収	98
6.8	複素誘電率: 電子のプラズマ振動	101
6.9	復元力を感じる電子の複素誘電率、ドルーデ・ローレンツモデル	104
7.	電子電子相互作用、共鳴 X 線散乱	110
7.1	多電子波動関数, 反対称の起源, スレーター行列式	110
7.2	交換相互作用 - 行き来があれば反発も増える -	114
7.3	相関相互作用、ハートリーフォック近似を越えて	116
7.4	電子電子相互作用と磁性	117
7.4.1	運動交換相互作用	117
7.4.2	二重交換相互作用	119
7.5	磁性の検出、X 線共鳴散乱法	121
8.	電子格子相互作用、ラマン分光、超伝導	126
8.1	電子格子相互作用が引き起こす現象	126
8.2	電子格子相互作用の概念	127
8.3	ラマン散乱	130
8.4	フォノンの赤外吸収	133
8.5	ポーラロン: フォノンの衣を着た電子	134
8.6	コーン異常: フォノンのソフト化	136

8.7 超 伝 導	138
8.7.1 2つの電子間に働く相互作用	138
8.7.2 超伝導ギャップ	141
8.7.3 BCS 状態、クーパー対	142
8.7.4 超伝導状態の特徴、マイルスナー効果	144
9. 物質中を流れる電子、スピントロニクス	152
9.1 電流の巨視的イメージ、微視的イメージ	152
9.2 移 動 度	154
9.3 オーミック伝導、非オーミック伝導	156
9.4 接触抵抗と4端子法、ホール効果	158
9.5 量子伝導度、ランダウアーの式	161
9.6 オームの法則に従う伝導	164
9.7 局在効果、後方散乱における電子波の干渉、磁気抵抗効果	165
9.8 スピントロニクス	169
索引	174
索 引	174