

目 次

1 固体の分類

1・1 はじめに	1
1・2 固体の物理的性質	1
A. イオン結晶	3
B. 共有(等極)結晶	7
C. 金属結晶	9
D. 分子結晶	10
1・3 結晶の対称性	11

2 格子振動と格子比熱

2・1 はじめに	19
2・2 単原子直線鎖	20
2・3 二原子鎖	25
2・4 三次元での格子振動	28
2・5 逆格子	29
2・6 量子力学への遷移	31
2・7 固体の比熱	33
A. アインシュタイン理論	34
B. デバイ理論	36

3 自由電子気体の平衡の性質

3・1 はじめに	45
3・2 自由電子気体	46

3・3	非常に縮退の多い極限	49
3・4	古典的な極限	51
3・5	電子比熱	53
3・6	電子スピン常磁性	56

4 周期格子中の電子

4・1	はじめに	63
4・2	多体問題	64
4・3	ブロッホ定理	66
4・4	一次元結晶	68
4・5	ほとんど自由な電子近似	73
4・6	強く束縛された近似	76
4・7	細胞(ウイグナー・サイツ)法	82
4・8	固体中の電子の速度と加速度	85
4・9	種々の物理的性質と有効質量の関係	87

5 輸送方程式

5・1	はじめに	93
5・2	ボルツマン方程式	95
5・3	ブロッホ方程式の解, 緩和時間近似	98
5・4	ブロッホ方程式中の緩和時間の妥当性	104
5・5	輸送方程式の変分解	112

6 緩和機構

6・1	はじめに	119
6・2	静止している結晶欠陥, 分類と記述	119
	A. 面欠陥	119
	B. 線欠陥	120
	C. 点欠陥	123
	D. 不規則	123
6・3	格子振動	126

6・4	欠陥による電子の散乱	126
6・5	フォノン誘導遷移: 金属	127
6・6	静的不純物による散乱: 金属	133
	A. 点欠陥	133
	B. 転位による散乱; 変形ポテンシャル	136
	C. 面欠陥による散乱; 積層欠陥	137
6・7	半導体中の荷電キャリアの散乱	140
6・8	半導体中の格子散乱の計算	146
	A. 音響的モード	146
	B. 光学モードをもつ電子の相互作用; 有極結晶	147
6・9	半導体中の不純物散乱	149
	A. 不純物エネルギー準位	149
	B. イオン化した不純物による電子(または正孔)による散乱	153
	C. 中性不純物による散乱	154
	D. 転位による散乱	154

7 電気伝導度とそれに関連する現象

7・1	はじめに	157
7・2	電気伝導度	158
	A. 格子散乱による電気抵抗	158
	B. 残留抵抗	169
7・3	熱伝導率	174
7・4	熱起電力効果; フォノンドラッグ	178
7・5	磁場中の伝導	186
	A. ホール効果	187
	B. 磁気抵抗	190
	C. 熱磁気効果	194
7・6	強磁性金属の電氣的性質	195
7・7	電子-電子散乱: 金属	200
7・8	大きさの効果; 薄膜と細い線	202

8 一様な半導体

8・1 はじめに	211
8・2 半導体統計	213
A. 真性半導体(内因型)	213
B. 不純物半導体(外因型)	215
8・3 移動度と伝導度	219
A. 格子散乱	220
B. 不純物散乱	230
C. キャリア-キャリア散乱	232
D. 移動度と伝導度の温度依存性	233
8・4 圧電気抵抗	241
8・5 磁気抵抗とホール効果	246
A. 理想的半導体	246
B. 多谷半導体	258
8・6 熱伝導度と熱電能	260
A. 熱伝導度	260
B. 熱電能	262
8・7 均一半導体を使った装置	265
A. サーミスター	266
B. バリスター	266
C. ホール効果装置	266
D. 熱電装置	267

9 整流接合とトランジスター

9・1 はじめに	273
9・2 不均一半導体中の平衡条件	274
A. 拡散流れ	274
B. 再結合機構	275
9・3 障害整流	277
A. 金属-半導体接合	277

B. 半導体 $p-n$ 接合	279
C. トンネルダイオード	282
9・4 トランジスター	284
A. $n-p-n$ トランジスター	284
B. $n-p-i-n$ トランジスター	287

10 半導体の光学的性質

10・1 はじめに	289
10・2 自由キャリア吸収	289
A. 長波長の極限	291
B. 短波長の極限	292
10・3 基本吸収	294
A. 直接(垂直)遷移	296
B. 間接(非垂直)遷移	297
10・4 エクシトン吸収	303
10・5 光電効果	305
A. 光伝導	305
B. 光起電効果	309
C. 光磁気効果	309
D. $p-n$ 接合での光電効果	311

11 強磁場中の半導体と金属の性質

11・1 はじめに	319
11・2 半導体中の高磁場効果	319
A. サイクロトロン共鳴	321
B. 帯間磁気光学効果	326
11・3 金属中の高磁場効果	332
A. ド・ハース・ヴァン・アルフェン効果	337
B. サイクロトロン共鳴	343
C. 超音波共鳴	344
D. 輸送の性質	346

付録 A 初等量子力学のまとめ	351
A・1 基本的な仮定とシュレディンガー方程式	351
A・2 自由粒子と一次元ポテンシャル井戸	355
A・3 一次元調和振動子	356
A・4 一様な磁場中の荷電粒子	357
A・5 定常摂動論	358
A・6 時間に関する摂動論	360
付録 B 単位と変換因子	363
付録 C 周期律表	366
付録 D 重要な物理定数と便利な変換因子の値	368
付録 E 記号の表	369
索 引	375