

# 目 次

## 第9編 低温現象

### 第1章 序 説

中 嶋 貞 雄

1.1 気体の断熱膨脹と低温生成の原理 .....	1
1.2 固体の振動比熱 .....	3
1.3 第三法則と固体水素の問題 .....	5
1.4 断 熱 消 磁 .....	8
1.5 核断熱消磁と核整列 .....	12
1.6 伝 導 電 子 .....	15
1.7 低温における抵抗の異常 .....	19
1.8 超伝導体の電磁的性質 .....	21
1.9 超伝導の理論 .....	24
1.10 強磁場下の伝導電子 .....	26
1.11 サ イ ズ 効 果 .....	29
1.12 液体ヘリウム .....	30
文 献 .....	34

### 第2章 極低温の生成

神 田 英 蔵

2.1 気 体 の 液 化 .....	35
2.1.1 気体液体の原理 .....	35
2.1.2 ヘリウム液化機 .....	40
2.1.3 液体ヘリウムによる極低温と温度決定 .....	41
2.2 断 熱 消 磁 .....	42

2.2.1	断熱消磁の原理	42
2.2.2	低温度における常磁性と断熱消磁用塩の選択	44
2.2.3	1°K 以下の温度の決定	48
2.2.4	数種の常磁性塩の例	51
2.2.5	最低温における常磁性塩の挙動（協同現象）	54
2.2.6	断熱消磁の実際	62
2.2.7	超伝導体の断熱磁化による 1°K 以下の生成	66
2.3	核断熱消磁と核斉列	67
2.3.1	緒 論	67
2.3.2	核断熱消磁	69
2.3.3	核 斉 列	77
2.3.4	核斉列の意義	88
	文 献	90

### 第3章 超 伝 導

中 嶋 貞 雄

3.1	序 論	93
3.2	完全導体性と永久電流	94
3.3	Meissner 効果（完全反磁性）	95
3.4	超伝導体の表面インピーダンス	97
3.5	超伝導体の熱力学	100
3.6	Gorter-Casimir の二流体論	104
3.7	同位元素効果	105
3.8	London の現象論的方程式	107
3.9	London 方程式からえられた結論	109
3.10	電磁氣的性質の量子統計力学	112
3.11	London 反磁性の特徴	115
3.12	Blatt-Schafroth, Pippard による London 方程式の修正	119

3.13	表面インダクタンス .....	122
3.14	帯電 Bose 気体の反磁性 .....	126
3.15	超伝導体の運動量緩和函数と薄膜によるミリ波透過 .....	129
3.16	Fröhlich 理論 .....	134
3.17	音速のずれ, Wentzel の批判 .....	140
3.18	音速のくりこみ .....	143
3.19	摂動論の限界 .....	147
3.20	Fröhlich の一次元モデル (エネルギー・ギャップ) .....	149
3.21	電子間クーロン相互作用の役割 (Heisenberg の理論と その誤り) .....	151
3.22	Bardeen-Pines の理論 (その I) .....	155
3.23	Bardeen-Pines の理論 (その II) .....	160
3.24	Bardeen の新理論 (電子対の形成) .....	163
3.25	励起状態, エネルギー・ギャップ .....	167
3.26	熱力学的性質 .....	171
3.27	Bardeen 理論における Meissner 効果 .....	175
3.28	結 語 .....	179
	文 献 .....	182

## 第4章 超 流 動

碓 井 恒 丸

4.1	序 .....	183
4.1.1	相 図 と 比 熱 .....	183
4.1.2	超 流 動—粘 性 .....	188
4.1.3	熱と質量の輸送 .....	191
4.1.4	温 度 の 波 .....	195
4.1.5	熱 輸 送 .....	198
4.1.6	常 流 体 密 度 .....	199

4.2	二流体の熱力学	200
4.2.1	基礎方程式	200
4.2.2	波動の伝播速度	205
4.2.3	境界層	210
4.2.4	3次の相互摩擦	211
4.3	励起量子と量子流体力学	214
4.3.1	励起量子の考え	214
4.3.2	超流動性	217
4.3.3	低温の比熱とフォノン	219
4.3.4	低温の温度波とフォノン	220
4.3.5	二流体論との関係	221
4.3.6	量子流体力学	227
4.4	分子論	237
4.4.1	分子的構造に関する実験事実	237
4.4.2	弱い相互作用のボソン体系	240
4.4.3	フォノン	247
4.4.4	ロトン	251
4.4.5	束縛ポテンシャル	255
4.5	非可逆過程	258
4.5.1	粘性	259
4.5.2	超流体の渦糸構造	261
4.5.3	結び	265
	索引	1~3