

目 次

序

Preface to the Japanese Edition

| | |
|--|----|
| 1. 緒 論 | 1 |
| 1-1 基本的な現象 | 1 |
| 1-2 London 方程式 | 4 |
| 1-3 Pippard の非局所的電気力学 | 7 |
| 1-4 エネルギー・ギャップと BCS 理論 | 8 |
| 1-5 Ginzburg-Landau 理論 | 10 |
| 1-6 第 II 種超伝導体 | 12 |
| 1-7 位相, ジョセフソン・トンネル, 磁束量子化, 永久電流: 超伝導の本質 | 14 |
| 1-8 ゆらぎの効果 | 16 |
| 2 BCS 理論 | 18 |
| 2-1 Cooper 対 | 19 |
| 2-2 引力相互作用の起源 | 21 |
| 2-3 BCS 基底状態 | 24 |
| 2-4 変分法 | 28 |
| 2-4.1 係数の決定 | 28 |
| 2-4.2 基底状態のエネルギーの評価 | 33 |
| 2-5 正準変換による解 | 34 |
| 2-5.1 励起エネルギーとエネルギー・ギャップ | 37 |
| 2-6 有限温度 | 38 |
| 2-6.1 T_c の決定 | 38 |
| 2-6.2 ギャップの温度依存性 | 39 |
| 2-6.3 熱力学的な量 | 40 |

| | | |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 2-7 | 状態関数と状態密度 | 43 |
| 2-7.1 | 状態密度 | 46 |
| 2-8 | 電子のトンネル | 48 |
| 2-8.1 | 半導体モデル | 50 |
| 2-8.2 | 常伝導-常伝導トンネル | 51 |
| 2-8.3 | 常伝導-超伝導トンネル | 52 |
| 2-8.4 | 超伝導-超伝導トンネル | 53 |
| 2-9 | 遷移確率とコヒーレンス効果 | 56 |
| 2-9.1 | 超音波減衰 | 60 |
| 2-9.2 | 核磁気緩和 | 62 |
| 2-9.3 | 電磁波の吸収 | 64 |
| 2-10 | 電気力学 | 67 |
| 2-10.1 | $K(0, T)$ あるいは $\lambda_L(T)$ の計算 | 70 |
| 2-10.2 | $K(q, 0)$ の計算 | 72 |
| 2-10.3 | 実空間での非局所的電気力学 | 74 |
| 2-10.4 | 不純物効果 | 75 |
| 2-10.5 | 複素伝導度 | 77 |
| 2-11 | 総括 | 80 |
| 3. | 第 I 種超伝導体の磁氣的性質 | 81 |
| 3-1 | 侵入の深さ | 81 |
| 3-1.1 | ベクトル・ポテンシャルのゲージの選び方 | 81 |
| 3-1.2 | λ の予備的な評価 | 83 |
| 3-1.3 | Fourier 解析による厳密解 | 84 |
| 3-1.4 | λ の温度依存性 | 89 |
| 3-2 | 薄膜での侵入の深さ | 91 |
| 3-2.1 | 散漫な表面散乱 | 93 |
| 3-2.2 | 表面での完全反射 | 96 |
| 3-3 | λ の測定 | 97 |
| 3-4 | 強磁場中の超伝導体：中間状態 | 99 |
| 3-4.1 | 反磁場係数がゼロでない場合 | 101 |
| 3-4.2 | 平板中の中間状態 | 103 |
| 3-4.3 | 球の中間状態 | 109 |
| 3-5 | 超伝導線の臨界電流 | 111 |
| 4. | Ginzburg-Landau 理論 | 117 |
| 4-1 | Ginzburg-Landau の自由エネルギー | 119 |
| 4-2 | Ginzburg-Landau の微分方程式 | 125 |
| 4-2.1 | Ginzburg-Landau のコヒーレンスの長さ | 126 |

| | | |
|--------|------------------------------|-----|
| 4-3 | 領域壁エネルギー・パラメーターの計算 | 128 |
| 4-4 | 細い針金または薄膜の臨界電流 | 131 |
| 4-5 | フラクソイドの量子化と Little-Parks の実験 | 135 |
| 4-5.1 | フラクソイド | 136 |
| 4-5.2 | Little-Parks の実験 | 137 |
| 4-6 | 薄膜の平行臨界磁場 | 139 |
| 4-6.1 | 厚い膜 | 141 |
| 4-7 | 線型化された GL 方程式 | 142 |
| 4-8 | バルクな試料での核生成: H_{c2} | 144 |
| 4-9 | 表面での核生成: H_{c3} | 146 |
| 4-10 | 薄膜の中での核生成 | 149 |
| 4-10.1 | 薄膜の臨界磁場の角度依存性 | 150 |
| 4-10.2 | 中間的な厚さの膜での核生成 | 152 |
| 4-11 | H_{c2} での Abrikosov の渦糸状態 | 155 |
| 5. | 第 II 種超伝導体の磁氣的性質 | 160 |
| 5-1 | H_{c1} 近くでの振舞い: 孤立した渦糸の構造 | 160 |
| 5-1.1 | 大きな κ の近似 | 163 |
| 5-1.2 | 渦糸のエネルギー | 164 |
| 5-2 | 渦糸の相互作用 | 166 |
| 5-3 | 磁化曲線 | 167 |
| 5-3.1 | 低い磁束密度 | 168 |
| 5-3.2 | 中間的な磁束密度 | 170 |
| 5-3.3 | H_{c2} 近くの領域 | 172 |
| 5-4 | 磁束のピン止めとクリープと流れ | 175 |
| 5-5 | 磁束の流れ | 180 |
| 5-5.1 | Bardeen-Stephen のモデル | 181 |
| 5-5.2 | 針金での抵抗の出現 | 185 |
| 5-5.3 | 磁束の流れの実験的検証 | 189 |
| 5-5.4 | 磁束の流れについての締めくくりに注意 | 190 |
| 5-6 | 臨界状態モデル | 192 |
| 5-7 | 熱的に励起された磁束のクリープ | 195 |
| 5-7.1 | Anderson-Kim の磁束クリープの理論 | 196 |
| 5-7.2 | 熱的不安定性 | 203 |
| 5-8 | 時間変化する磁場を作る超伝導磁石 | 205 |
| 5-8.1 | 磁束の跳躍 | 206 |
| 5-8.2 | 撚り合わせた複合導体 | 208 |
| 6. | Josephson 効果と巨視的量子現象 | 215 |
| 6-1 | Josephson の電流と位相の関係 | 216 |

| | | |
|-------|-----------------------------|-----|
| 6-2 | 磁場の効果 | 220 |
| 6-3 | 超伝導量子干渉計 | 225 |
| 6-4 | 交流 Josephson 効果 | 228 |
| 6-4.1 | 一般的な方程式 | 230 |
| 6-4.2 | いくつかの例 | 233 |
| 6-5 | 位相と数とエネルギーと電流の間の一般的な関係 | 235 |
| 6-6 | SQUID 磁束計の実際 | 238 |
| 6-6.1 | パラメターの代表的な値 | 238 |
| 6-6.2 | 二つの接合をもつ直流 SQUID | 240 |
| 6-6.3 | 遮蔽効果 | 242 |
| 6-6.4 | 磁束トランスの利用 | 244 |
| 6-6.5 | 一接点の RF SQUID | 246 |
| 6-6.6 | 感度の限界 | 252 |
| 6-7 | Josephson 効果を使ったその他の素子 | 255 |
| 6-7.1 | SLUG 電圧計 | 256 |
| 6-7.2 | Josephson 効果を使った輻射検出器 | 258 |
| 7. | ゆらぎの効果 | 260 |
| 7-1 | 細い針金での抵抗の出現 | 260 |
| 7-2 | ゼロ次元系の T_c 以上での超伝導 | 268 |
| 7-3 | ゆらぎの空間変化 | 271 |
| 7-4 | T_c 以上でのゆらぎによる反磁性 | 275 |
| 7-4.1 | 2次元系での反磁性 | 281 |
| 7-5 | ゆらぎの時間依存性 | 282 |
| 7-6 | T_c 以上でのゆらぎによる伝導度の増加 | 284 |
| 7-6.1 | 3次元 | 286 |
| 7-6.2 | 2次元 | 286 |
| 7-6.3 | 1次元 | 287 |
| 7-6.4 | ゆらぎ伝導度への異常な寄与 | 288 |
| 7-6.5 | 高周波伝導度 | 289 |
| 8. | いくつかのトピックスのための終章 | 291 |
| 8-1 | Bogoliubov の方法：一般化された自己無撞着場 | 291 |
| 8-1.1 | 汚れた超伝導体 | 293 |
| 8-1.2 | 純粋な超伝導体の中の一様な電流 | 294 |
| 8-1.3 | 渦糸の中での励起 | 295 |
| 8-2 | 磁氣的な摂動とギャップのない超伝導 | 296 |
| 8-2.1 | 磁氣的摂動による T_c の低下 | 298 |
| 8-2.2 | 状態密度 | 302 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 8-3 時間に依存する Ginzburg-Landau 理論..... | 308 |
| 8-3.1 電子-フォノン緩和 | 311 |
| 付録 単位と記号 | 315 |
| 参考文献 | 317 |
| 訳者あとがき | 321 |
| 人名索引 | 323 |
| 事項索引 | 329 |