目　次

第1章　直流・低周波測定 ―――― 1

1-1　電気伝導度(抵抗) 1

1-1-1　Drude モデル 1

1-1-2　ボルツマン方程式 1

1-1-3　ランダウアー-ビュティカーの式 3

1-2　直流測定 5

1-2-1　測定器 5

1-2-2　直流電圧測定と熱起電力 9

1-2-3　抵抗測定の基本 10

1-2-4　抵抗率 13

1-2-5　直流測定の実際 15

1-3　低周波測定 15

1-3-1　雑音と測定 15

1-3-2　ロックインアンプ 16

1-3-3　低周波測定の実際 18

1-4　高抵抗測定 18

1-4-1　配線に関する注意 19

1-4-2　計測機器に関する注意 22

1-4-3　そのほか注意すべきこと 23

1-5　低抵抗測定 23

文献 26

第2章　高周波測定 ―――― 29

2-1　はじめに 29

2-2　交流伝導度測定の原理　31
2-2-1　はじめに　31
2-2-2　広帯域に周波数走査を行う測定方法(broadband method)　34
2-2-3　共振法(resonant method)　43
2-3　実験装置　53
2-3-1　全体の配置，信号源，検出器，アナライザーなど　53
2-3-2　伝送線　56
2-3-3　クライオスタット　57
2-3-4　空洞共振器部　58
2-4　トピックス　60
2-4-1　乱れと金属-絶縁体転移　60
2-4-2　擬1次元物質の密度波のダイナミクス　61
2-4-3　低次元強相関電子系　63
2-4-4　超伝導体　66
2-5　結び　71
2-6　付録：関連諸公式　71
2-6-1　分布定数回路　71
2-6-2　高周波特有の損失　73
2-6-3　立体回路　75
2-6-4　空洞共振器　77
文献　79

第3章　特殊環境下の測定　83
3-1　磁場中測定　83
3-1-1　磁場の発生　83
3-1-2　磁場中の温度測定と温度制御　87
3-1-3　温度計各論　93
3-1-4　磁場中の角度制御　104
3-1-5　輸送現象の測定　110
3-1-6　超伝導マグネット以外の磁場発生装置　115
3-2　極低温測定　116

3-2-1 寒剤 116
3-2-2 4.2 K～1.3 K までの低温実験——^{4}He 温度領域 119
3-2-3 0.3 K までの低温——^{3}He 温度領域 123
3-2-4 希釈冷凍機温度域 125
3-2-5 温度測定 131
3-2-6 低雑音測定 133
3-2-7 低電力測定 136
3-2-8 光の導入 137
3-3 高圧中の測定 137
3-3-1 圧力発生 137
3-3-2 圧力測定 141
3-3-3 電気抵抗測定 142
文献 150

第 4 章 特殊測定法 153
4-1 雑音測定 153
4-1-1 電気雑音スペクトル測定の原理 153
4-1-2 電気雑音スペクトル測定の方法 154
4-1-3 狭帯域雑音 159
4-1-4 狭帯域雑音の観測 162
4-2 トンネル分光測定 169
4-2-1 トンネル分光の原理 169
4-2-2 トンネル接合の作製と電極のとりつけ方 171
4-2-3 測定回路 177
4-2-4 トンネル分光による研究 179
4-2-5 走査トンネル分光 184
4-3 熱電能 186
4-3-1 はじめに 186
4-3-2 輸送方程式 186
4-3-3 相対熱電能，絶対熱電能 187
4-3-4 熱電能測定の実際 189

4-3-5 不均一な熱勾配の影響 192
4-3-6 特殊環境下の測定 193
4-3-7 実験データの解釈について 194
4-4 無接点電極を用いた光伝導測定 197
4-4-1 はじめに 197
4-4-2 測定の原理 198
4-4-3 具体的な実験方法 202
4-4-4 信号の解析 207
4-4-5 方法の特徴 209
4-5 電気標準 210
4-5-1 はじめに 210
4-5-2 電圧標準 211
4-5-3 抵抗標準 215
4-6 特殊回路測定 221
4-6-1 単一電子トランジスタ 221
4-6-2 量子干渉素子(SQUID) 233
文献 241

第5章 電極技術 245

5-1 オーミック電極とブロッキング電極(整流性電極) 245
5-2 オーミック電極の特性，評価方法 247
5-3 電極の材料・装置 250
5-4 電極が原因となる障害 256
文献 258

第6章 トピックス 261

6-1 メゾスコピック系・アンダーソン局在 261
6-1-1 波としての電子 261
6-1-2 ランダウアーの公式 263
6-1-3 電極の効果と弾道的伝導 267
6-1-4 電子波の干渉とアハラノフ-ボーム効果 270

6-1-5　ランダムポテンシャルとアンダーソン局在　273
6-1-6　非局所効果　276
6-1-7　普遍的コンダクタンスゆらぎ　277
6-1-8　干渉性の破れ　280
6-1-9　負の磁気抵抗　281
6-1-10　干渉効果・弱局在効果と温度　283
6-1-11　電子間相互作用と乱れ　284
6-1-12　弱局在と強局在　287
6-2　1電子帯電効果　290
6-2-1　原理　290
6-2-2　単一電子トンネル素子　292
6-2-3　トンネリングに対する電磁場環境の影響　294
6-2-4　ホットエレクトロン効果　295
6-2-5　ノイズの除去　296
6-3　量子ホール効果　300
6-3-1　Büttiker の端電流　300
6-3-2　電流はどこを流れるのか？　303
6-3-3　伝導電流の定義　303
6-3-4　Halperin の端電流　307
6-3-5　端状態間の非平衡分布　308
6-3-6　位相干渉性　309
6-3-7　量子ホール効果の消失　312
6-4　巨大磁気抵抗効果　315
6-4-1　はじめに　315
6-4-2　GMR 効果の発見　316
6-4-3　GMR 効果の起源　318
6-4-4　膜面垂直方向の GMR　321
6-4-5　スピンバルブ GMR　322
6-4-6　グラニュラー型 GMR　324
6-4-7　強磁性トンネル効果の MR　325
6-5　高温超伝導　326

6-5-1　はじめに　326
6-5-2　常伝導輸送現象　326
6-5-3　超伝導輸送現象　335
文献　341

索引 ―― 349