

目 次

第 1 章 序論 — 強磁場の発生と応用 (三浦 登)

1.1	はじめに	1
1.2	強磁場の発生	2
1.2.1	定常強磁場	3
1.2.2	非破壊型パルス磁場	5
1.2.3	超強磁場	7
1.3	強磁場と電子	10
1.3.1	電子のスピンと磁場	10
1.3.2	電子の運動と磁場	13
文 献		17

第 2 章 定常強磁場の発生

2.1	強力永久磁石と電磁石 (近角聰信)	21
2.1.1	永久磁石の最近の発展	21
	A. 永久磁石の種類と特性	23
	B. 希土類永久磁石	24
	C. 磁石を含む磁気回路の設計	26
2.1.2	電 磁 石	29
	A. 電磁石の基本設計	29
	B. 電磁石の形と性能	34
2.2	超伝導マグネット (井上 廉)	35
2.2.1	超伝導線材の発展	35
	A. 強磁場中での超伝導体の振る舞い	35

B. 超伝導線材の安定化	38
C. 実用超伝導線材および導体	42
2.2.2 超伝導マグネット関連技術	47
A. 超伝導マグネット製造技術	47
B. マグネットの保護, 運転, 保守	49
C. マグネット周辺技術	52
D. 超伝導マグネットの大型化に伴う問題	54
2.3 高温超伝導マグネット (前田 弘・木吉 司)	55
2.3.1 はじめに	55
2.3.2 高温超伝導体の特徴	56
A. 結晶構造	56
B. 臨界温度	58
C. 不可逆磁場	59
D. 臨界電流密度	61
E. 結晶配向制御	62
2.3.3 酸化物高温超伝導線材およびコイル	64
A. Bi 系超伝導線材	64
B. Y 系線材	67
C. Tl 系線材	68
2.3.4 酸化物高温超伝導体を利用した超伝導マグネット	68
A. 極低温強磁場超伝導マグネット	68
B. 小型冷凍機冷却型超伝導マグネット	70
C. 液体窒素冷却超伝導マグネット	72
D. 超伝導バルク磁石	73
2.3.5 おわりに	73
2.4 水冷マグネットとハイブリッドマグネット (中川康昭)	74
2.4.1 水冷マグネット	74
A. 消費電力と発生磁場	74
B. 温度上昇と冷却	77
C. 電磁力と材料強度	79
D. コイルの形式	80
E. 電源と水冷装置	83
2.4.2 ハイブリッドマグネット	83
A. 水冷マグネットと超伝導マグネットの組み合わせ	83

B. 両マグネット間の相互作用	85
C. いくつかの実例	86
2.4.3 クライオジェニックマグネット	88
文 献	89

第 3 章 パルス強磁場の発生

3.1 長時間パルス磁場 (Fritz Herlach 著; 三浦 登 訳)	93
3.1.1 はじめに	93
3.1.2 コイルパラメータと基本方程式	94
3.1.3 コイルの温度上昇とパルス幅	95
A. スケーリング則	95
B. 磁気抵抗と表皮効果	97
3.1.4 機械的強度と最大磁場	98
3.1.5 コイルの製作	105
A. 巻き線型小型コイル	105
B. 巻き線型大型コイル	109
C. 機械加工によるヘリックスコイル	112
3.1.6 パルス電源とその運転	112
3.1.7 実験技術	115
3.1.8 歴史と将来展望	116
3.2 多層式ヘリカルマグネット (伊達宗行・金道浩一)	118
3.2.1 多層式ヘリカルマグネットの原理	118
3.2.2 マグネット設計と製作	120
3.2.3 マグネットの応用 — 典型的な測定例	122
3.2.4 将来の展望	126
3.3 繰り返しパルス磁場とその応用 (本河光博・野尻浩之)	130
3.3.1 はじめに	130
3.3.2 装置と繰り返しパルス磁場発生の方法	132
A. 電源	132
B. マグネットコイルの材料と形状	133
C. 冷却	136
D. 性能	137

3.3.3	繰り返しパルス磁場の応用	138
A.	高感度 ESR 測定への応用	138
B.	中性子回折への応用	139
3.4	爆縮法 (Fritz Herlach 著; 三浦 登 訳)	142
3.4.1	超強磁場発生の基本原則	142
A.	磁場のパルス幅	142
B.	メガガウス磁場パルスと導体壁との相互作用	142
3.4.2	高性能爆薬	148
A.	爆薬の性質と利用法	148
B.	高性能爆薬による金属板の加速	149
3.4.3	磁束濃縮装置	151
A.	導体円筒中の磁束の閉じ込め	151
3.4.4	実際の実験	160
3.5	電磁濃縮法 (三浦 登・野尻浩之・松田康弘)	161
3.5.1	はじめに	161
3.5.2	電磁濃縮法の原理	162
3.5.3	コンデンサーバンクとコイルシステム	167
3.5.4	電磁濃縮法の実験	175
3.5.5	z ピンチ法	180
3.6	一巻きコイル法 (三浦 登)	181
3.6.1	はじめに	181
3.6.2	一巻きコイル法の装置	182
A.	コンデンサーバンク	182
B.	コイルと保持装置	185
C.	試料ホルダーと低温装置	187
3.6.3	超強磁場発生実験	190
3.6.4	一巻きコイル法のコンピュータシミュレーション	194
3.6.5	厚肉一巻きコイルを用いた長時間パルス発生	196
3.7	磁場の測定 (三浦 登・木戸義勇)	197
3.7.1	はじめに	197
3.7.2	誘導法	197
A.	積分器を用いる方法	198
B.	数値積分	200

C. 回転コイル式磁束計	201
3.7.3 間接的方法	201
A. ファラデー回転	201
B. 磁気共鳴	201
C. ホール効果と磁気抵抗	202
3.7.4 電流の測定	202
文 献	204

第 4 章 磁氣的測定

4.1 定常強磁場による磁化測定 (木戸義勇・榊原俊郎)	213
4.1.1 はじめに	213
4.1.2 試料引抜き法	214
A. 原理	214
B. 装置の例	216
4.1.3 試料振動法	218
A. 検出コイル	218
B. 装置の例	220
4.1.4 磁場変調法	222
4.1.5 電気容量法 (ファラデー法)	224
4.2 パルス磁場下の磁化測定 (後藤恒昭)	227
4.2.1 磁化測定の原理	228
4.2.2 パルス強磁場下の磁化測定法	229
A. 磁化測定用のコンデンサーバンク	229
B. 磁化検出コイルと補償回路	232
C. 測定装置の構成と測定法	234
D. アナログ積分器	236
E. 磁化の絶対値の求め方	239
4.2.3 パルス超強磁場下における磁化測定	240
A. 磁化検出コイル	240
B. 測定装置の構成と測定法	240
C. 補償回路とバッファ回路	243
D. 磁化測定用の小型クライオスタットの製作	243

4.3	磁歪の測定	(木戸義勇)	245
4.3.1	はじめに		245
4.3.2	キャパシタンス法による磁歪測定		247
4.3.3	磁歪測定の例		250
文 献			252

第 5 章 電氣的測定

5.1	定常磁場下の電氣的測定	(高増 正)	255
5.1.1	はじめに		255
	A. 横磁気抵抗		256
	B. 縦磁気抵抗		257
	C. ホール抵抗		258
5.1.2	輸送現象の測定技術		259
	A. 測定試料と形状		259
	B. 測定回路と雑音		260
	C. 温度制御		262
	D. 角度回転		262
5.2	パルス磁場下の電氣的測定	(長田俊人)	264
5.2.1	はじめに ーパルス磁場下の電氣的測定の諸問題と一般的対処法ー		264
	A. 誘導起電力		265
	B. 誘導電流 (渦電流) と発熱		265
	C. ローレンツ力		266
	D. 放電ノイズ		266
	E. 信号線の引き回し		267
	F. 振動		267
5.2.2	直流測定法		268
	A. 誘導起電力の補償		268
	B. ドリブンシールド		269
	C. 磁場と電流の反転		271
5.2.3	交流測定法		272
	A. 低周波交流測定		273
	B. 高周波交流測定		274

5.2.4	バイアス依存性の測定	276
文 献		279

第 6 章 光学的測定

6.1	磁気光学測定 (三浦 登・内田和人)	281
6.1.1	はじめに	281
6.1.2	電子遷移と磁気光学スペクトル	282
6.1.3	長時間パルス磁場下における磁気光学測定	283
	A. 測定装置	283
	B. 測定例	288
6.1.4	超強磁場における磁気光学測定	290
	A. 測定技術	290
	B. 測定例	293
6.2	ファラデー回転 (三浦 登)	296
6.2.1	はじめに	296
6.2.2	ファラデー効果の原理	297
6.2.3	測定装置と測定技術	300
6.2.4	磁性体におけるファラデー効果	302
6.3	強磁場, 高压下の光学測定 (黒田規敬)	308
6.3.1	はじめに	308
6.3.2	測定装置と測定技術	309
	A. ダイヤモンドアンビルセル	309
	B. 圧力媒体	312
	C. 光学システム	313
	D. 圧力校正	315
6.3.3	測定例	317
6.3.4	将来の展望	319
6.4	サイクロトロン共鳴 (三浦 登)	320
6.4.1	サイクロトロン共鳴の原理	320
6.4.2	測定技術	323
	A. 光学系の設計	323
	B. 光源	326

C. 検出器	328
D. ノイズ対策	329
E. 温度制御	330
6.4.3 サイクロトロン共鳴から得られる情報と測定例	330
A. 共鳴磁場から得られる情報	330
B. ポーラロン効果	333
C. 共鳴幅から得られる情報	334
D. 吸収強度から得られる情報	336
E. 温度依存性, 磁場依存性から得られる情報	337
F. ヒステリシスから得られる情報	341
6.5 磁気共鳴 (本河光博・大久保晋)	342
6.5.1 はじめに	342
6.5.2 定常強磁場磁気共鳴	346
6.5.3 パルス強磁場磁気共鳴	350
文 献	355

巻末文献	(三浦 登) 361
-------------	------------

索 引	369
------------	-----