

目 次

I. 本 論

1. 原子, 分子	3
1.1 原子スペクトル	3
1.1.1 原子スペクトルとエネルギー状態	3
1.1.2 水素様原子	4
1.1.3 スペクトルの微細構造	10
1.1.4 多電子系のスペクトル	14
1.2 原子構造	18
1.2.1 中心場近似	18
1.2.2 原子の波動関数	21
1.3 原子, 分子と光との相互作用	23
1.3.1 光の吸収および放出	23
1.3.2 スペクトル線の幅	25
1.3.3 光の散乱	26
1.4 分子構造	27
1.4.1 結合の仕方	27
1.4.2 分子準位	30
1.4.3 分子スペクトル	32
1.5 原子, 分子による散乱	39
1.6 Data	41
2. 結 晶	84
2.1 結晶の分類	84
2.2 イオン結晶, 金属結晶, 共有結合結晶	90
2.3 結合エネルギー	94
2.4 電気陰性度, イオン半径	98
2.5 状態図の見方	100
2.6 Data	103
3. 熱	123
3.1 固体の状態方程式	123
3.1.1 熱力学の準備	123
3.1.2 固体の状態方程式	124
3.2 固体の比熱	126

3.2.1	格子比熱のアインシュタインモデル	126
3.2.2	格子比熱のデバイモデル	127
3.2.3	金属の伝導電子による比熱	128
3.2.4	内部自由度による比熱	129
3.3	熱 伝 導	129
3.4	蒸 気 圧	132
3.4.1	相 転 移	132
3.4.2	凝縮相から気相への転移	133
3.4.3	外圧が蒸気圧におよぼす影響	134
3.4.4	化合物における p - T ダイアグラム	134
3.5	ヘリウム	138
3.5.1	ヘリウムの蒸気圧	138
3.5.2	He^4 の性質	139
3.5.3	He^3 の性質	140
3.6	Data	142
4.	音 波	183
4.1	格子振動	183
4.2	固体中を伝わる波動	187
4.3	Data	196
5.	電気伝導	202
5.1	金属の電気伝導	202
5.1.1	概 説	202
5.1.2	金属の自由電子ガス模型	203
5.1.3	ボルツマンの輸送方程式	204
5.2	電子散乱と電気抵抗	207
5.2.1	電子散乱	207
5.2.2	電気抵抗	210
5.3	仕事関数, 電子放出	212
5.3.1	仕事関数	212
5.3.2	電子放出	212
5.4	電流磁気効果	215
5.4.1	電流磁気効果	215
5.4.2	ホール効果	215
5.4.3	磁気抵抗	217
5.4.4	エッチンハウゼン効果, ネルンスト効果	219
5.5	熱電効果, 熱磁気効果	219

5.5.1 熱電効果	219
5.5.2 熱磁気効果	224
5.6 超伝導材料	227
5.6.1 完全導電性と臨界磁界	227
5.6.2 第1種超伝導体	228
5.6.3 第2種超伝導体	229
5.6.4 超伝導となる物質	231
5.7 Data	237
6. 固体の帯構造	258
6.1 結晶内の電子状態	258
6.2 ブリルアン帯	259
6.3 群論による考察	263
6.4 自由電子近似	266
6.5 直交化された平面波	270
6.6 $k \cdot p$ 摂動法	272
6.7 スピン軌道相互作用	275
6.8 外力場における結晶内電子の運動	276
6.9 Data	278
7. 半 導 体	304
7.1 固体中の電子の運動	304
7.1.1 有効質量	304
7.1.2 電気伝導	306
7.2 半導体の諸性質	307
7.2.1 ホール効果	307
7.2.2 散 乱	309
7.3 不 純 物	311
7.3.1 不純物の効果	311
7.3.2 活性化エネルギー	312
7.3.3 深い不純物準位	313
7.4 不純物の添加方法	313
7.4.1 偏析係数	314
7.4.2 帯域融解	314
7.4.3 拡 散	315
7.5 少数キャリアの性質	316
7.5.1 少数キャリア	316
7.5.2 アインシュタインの関係式	316

7.5.3	少数キャリアの注入	317
7.5.4	キャリアの再結合	317
7.6	pn 接 合	318
7.6.1	pn 接 合	318
7.6.2	pn 接合を流れる電流	319
7.6.3	pn 接合の整流性	321
7.7	Data	322
8.	光	363
8.1	光と物質の相互作用	363
8.2	固体の光吸収	365
8.2.1	基礎吸収	366
8.2.2	励起子吸収	367
8.2.3	局在中心による吸収	367
8.2.4	格子振動吸収	367
8.2.5	自由電荷による吸収	368
8.2.6	interband transition による吸収	368
8.2.7	intraband transition による吸収	368
8.3	光・電気効果, 光・磁気効果	368
8.3.1	光 伝 導	368
8.3.2	光起電力	370
8.3.3	デンパー効果と光電磁効果	371
8.3.4	光電子放出	371
8.3.5	フランツ-ケルディッシュ効果	372
8.3.6	電気光学効果	373
8.3.7	光-磁気効果	376
8.4	物質の発光, 発色	379
8.4.1	フォトルミネッセンス	380
8.4.2	陰極線ルミネッセンス	381
8.4.3	エレクトロルミネッセンス	381
8.4.4	熱 発 光	382
8.4.5	シンチレーション	382
8.4.6	発色現象	382
8.5	レ ー ザ	383
8.5.1	固体レーザ	384
8.5.2	気体レーザ	385
8.5.3	半導体レーザ, 液体レーザ	386
8.5.4	非線型光学	386

8.6	光学測定	387
8.7	Data	389
9.	誘電体	419
9.1	誘電的性質	419
9.1.1	分極と誘電率	419
9.1.2	内部電界	420
9.1.3	クラウジウス-モゾットィの関係	422
9.1.4	分極率	422
9.1.5	誘電余効, 誘電緩和, 誘電分散	424
9.1.6	誘電損失と電気的等価回路	426
9.1.7	コール-コールプロット	428
9.1.8	不均質試料の誘電的性質	429
9.2	強誘電的性質	430
9.2.1	強誘電体	430
9.2.2	反強誘電体	431
9.3	圧電的性質	432
9.3.1	圧電気	432
9.3.2	圧電基本式	433
9.3.3	電気機械結合係数	436
9.3.4	電気的等価回路	436
9.3.5	圧電磁器	438
9.4	Data	439
10.	磁性体	457
10.1	物質の磁氣的性質	457
10.2	内部磁化	459
10.3	強磁性体, 永久磁石	462
10.4	薄膜磁性	465
10.5	スピン波	466
10.6	Data	468

II. 技 術 編

11.	結晶成長	513
	半導体単結晶の製法	513
12.	半導体処理加工	527
12.1	半導体取扱いの一般的注意	527

12.2	オーミックコンタクト	527
12.2.1	はんだ付け	528
12.2.2	導電塗料	528
12.2.3	めっき	528
12.2.4	合金によるコンタクト	529
12.2.5	Al-Si のシンタリング	529
12.3	エッチング	530
12.4	合金による pn 接合	532
12.5	酸化膜の生成	533
12.5.1	熱酸化法による SiO_2 膜の製法	533
12.5.2	成長法	534
12.5.3	分解法	535
12.6	不純物拡散	535
12.6.1	拡散における不純物分布	536
12.6.2	拡散法の分類	537
12.6.3	選択拡散の原理	537
12.6.4	比較的濃度の薄い拡散	538
12.6.5	比較的濃度の濃い拡散	539
12.6.6	拡散深さ	540
12.7	フォトエッチング	541
12.7.1	フォトエッチングの原理	541
12.7.2	フォトエッチングのプロセス	543
12.8	半導体素子の組立	547
12.8.1	スクライビング	548
12.8.2	ペレットボンディング	548
12.8.3	リードボンディング	550
12.8.4	ネイルヘッドボンディングの圧着条件	550
12.8.5	金線ボンドの信頼性	551
13.	半導体装置	553
13.1	ダイオード	553
13.1.1	小電力用ダイオード	553
13.1.2	電力用整流素子	554
13.1.3	発光ダイオード	555
13.1.4	光起電力ダイオード	556
13.1.5	負性抵抗素子	557
13.1.6	マイクロ波発振ダイオード	557
13.2	トランジスタ, 集積回路	559

13.2.1	pn 接合型トランジスタ	559
13.2.2	電界効果型トランジスタ	559
13.2.3	その他の特殊トランジスタ	561
13.2.4	集積回路	562
13.3	その他の半導体素子	563
13.3.1	ガン効果素子	563
13.3.2	熱電変換素子	564
13.3.3	感磁性素子	565
14.	マイクロ波技術	567
14.1	総 論	567
14.1.1	マイクロ波の定義	567
14.1.2	マイクロ波技術の特色	567
14.2	マイクロ波電子装置	567
14.2.1	分 類	567
14.2.2	反射型クライストロン	568
14.2.3	直進型クライストロン	570
14.2.4	マグネトロン	570
14.2.5	進行波管	574
14.2.6	後進波管	576
14.3	導 波 管	577
14.3.1	矩形導波管	577
14.3.2	円形導波管	580
14.3.3	同軸導波管	581
14.3.4	矩形導波管と同軸線路のトランスデューサ	582
14.4	マイクロ波回路のインピーダンス整合	584
14.4.1	分布定数線路としての導波管	584
14.4.2	スミス図表	584
14.4.3	整合素子	584
14.5	マイクロ波測定	587
14.5.1	インピーダンス測定	587
14.5.2	周波数測定	588
14.5.3	電力測定	588
14.6	空洞共振器	589
14.6.1	透過型と終端型	589
14.6.2	等価回路	589
14.6.3	種々の空洞共振器	590

15. 光 装 置	592
15.1 干 渉 計	592
15.1.1 干 渉	592
15.1.2 2 光線干渉計	593
15.1.3 繰返し反射干渉計	600
15.2 レーザ光源	602
15.2.1 光源に要求される条件と選択	602
15.2.2 レーザの形式	603
15.2.3 モードと可干渉性	604
15.2.4 波長安定化レーザ	605
15.2.5 レーザ光源のための光学素子	606
16. 真空技術と薄膜技術	609
16.1 真空の定義	609
16.2 気体の性質	609
16.2.1 気体の流れ	610
16.2.2 真空系の排気	611
16.3 真空ポンプ	612
16.4 真空部品および材料	615
16.5 真空蒸着およびその装置	615
16.5.1 排 気 系	615
16.5.2 蒸着に必要な機能	616
16.5.3 蒸着源加熱方式	617
16.5.4 蒸着装置の実例	617
16.6 スパッタリングおよび装置	618
16.7 蒸着膜厚測定器	621
17. 低 温 技 術	623
17.1 低温の定義	623
17.2 低温の生成	623
17.3 気体液化の原理	623
17.3.1 最も簡単な形式の液化機	623
17.3.2 断熱膨張を利用した液化機	625
17.4 ヘリウム液化機	626
17.4.1 リンデ方式のヘリウム液化機	626
17.4.2 クロード方式のヘリウム液化機	627
17.4.3 シモンのヘリウム液化装置	628
17.4.4 水素液化機	629

17.4.5 空気液化機	630
17.5 極低温の生成	631
索 引	635