## 目 次

7	$\overline{\mathbf{v}}$
$\Pi^{r}$	

第1	編	固体構造と固体電子論	1
第	1 章	<b>雹 固体の構造と性質の概観</b>	3
	1	固体論の範囲・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
	2	結晶の5種類	4
	3	固体が示す諸性質・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	11
第	2 章	章 結晶の結合エネルギー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	16
	4	イオン半径	16
	5	イオン結晶の静電エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	17
	6	イオン結晶の結合エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
	7	弾性率,結晶格子の安定性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	24
	8	分子結晶の結合エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	27
	9	金属結合	29
	10	ダイヤモンドの結合エネルギー	30
	11	水素結合結晶の結合エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	32
第	3 7	章 格子振動	34
	12	結晶格子の振動; アインシュタイン模型とデバイ模型 ・・・・・・・・・・・・・	34
	13	格子振動の厳密な取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	39
	14	デバイ近似の意味 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	53
	15	音響型の波と光学型の波	58
第	4 1		
	16	週期場内の電子の状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	69
	17	平面波近似	73
	18	原子軌道函数の一次結合近似 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	77
	19	ウィーグナー‐サイツ法 ・・・・・・	83
第	5 1	章 結晶内の多電子系	89
	20	道休. 絕緣休. 半導体	89

vi 目 i	次
--------	---

01	フェルミ分布 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
21	
22	交換エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・101
23	
24	空間電荷の波と金属の光学的性質114
25	ボームとパインズの理論118
第6	
26	電気伝導と熱伝導の簡単な理論 ・・・・・・・・・・・・・125
27	ホール効果とマグネト・レジスタンス・・・・・・・126
28	ブロッホ方程式125
29	金属における電子 - 格子相互作用 ・・・・・・・・・・13-
30	
31	ブロッホ方程式 (つづき)14
32	
33	
34	16
35	. 0
	章 核共鳴と固体構造17
弗 (	
36	Primary 1 to 1 t
37	2 1 1/2 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
38	The state of the s
39	
40	
41	四重極共鳴18
第8	章 超伝導185
42	
43	
44	
45	
46	高周波電磁場内の超伝導体 ・・・・・・・・・・200
47	011
48	01/
49	000

目次	vii
50 電磁気的性質 ·····	- 225
文献および参考書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	-232
第2編 不完全結晶の電子現象	· · 237
第1章 不完全な結晶	-239
1 不完全性の種類と原子配列の乱れ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
第2章 とらえられた電子の状態	- 256
3 不完全な結晶の光の吸収 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	-256
4 捕獲中心とその特性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
5 局在する電子の状態・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
6 とらえられた電子と音響量子	
第3章 熱平衡状態の電子分布と散乱現象	
7 半導体のフェルミ準位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
8 半導体の電気伝導度とホール効果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
9 散乱の諸機構	-299
第4章 伝導電子と正孔の寿命・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
10 半導体中の電荷の拡散 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
11 半導体の電子と正孔との再結合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
12 半導体および絶縁体の過渡現象 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	·328
第5章 励起状態の伝達と消滅	-341
13 増感蛍光体のエネルギー伝達	.341
14 励起子	.347
文献および参考書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	-353
第3編 磁 性	-357
第1章 基礎的なことがら	.359
1 磁気を担うもの	
2 磁気モーメントと外部磁場 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
3 磁気モーメントの平均値 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
4 ラーモアの定理	.366

	٠	٠	
87	1	1	
٧	ı		

## 目 次

5	ラーモア反磁性370
6	摂動法の適用371
7	熱平衡における帯磁率372
附	角運動量演算子に関する公式377
第2	
8	原子およびイオンの反磁性 ・・・・・・・・・378
9	分子の反磁性379
第3	章 不完全殻の常磁性383
10	<i>LS</i> 結合······383
11	磁気モーメント385
12	自由なイオンの常磁性 ・・・・・・388
13	稀土類イオンの常磁性 · · · · · · 350
14	鉄族イオンの常磁性 ・・・・・・392
15	結晶場393
16	鉄族イオンに対する結晶場の影響 ・・・・・・・・・398
17	低温度における常磁性体
補	註403
第4	
18	複素帯磁率 · · · · · · · · 412
19	複素帯磁率の量子力学的取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・413
20	常磁性共鳴
21	常磁性緩和 · · · · · · 420
22	スピン格子緩和の機構 ・・・・・・425
23	横緩和の機構 ・・・・・・・・・・・・・・426
第5	
24	スピン常磁性 ・・・・・・・・・・・・・・・・431
25	反磁性
26	実験事実と理論との比較 ・・・・・・・・・・・・・・・・・437
27	ド・ハース-ヴァン・アルフェン効果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・439
第6	章 核磁気443
28	核スピン共鳴(ブロッホの方程式)443

目	次	ix

	核スピンの受ける力, 核共鳴幅, および緩和 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
30	スピンエコー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
31	He³ 液体の核磁気 ·······452
32	核スピンの整列 ・・・・・・・453
第7章	章 強磁性自発磁化454
33	磁気的な秩序454
34	分子場 · · · · · · · 455
35	局在スピン模型 (ワイス理論) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
36	磁気熱効果
37	ハイゼンベルク模型461
38	金属電子の強磁性464
39	ストーナー模型 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
40	スピン波 ・・・・・・・・470
41	スピン波の現象論的取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・475
42	異方性エネルギー477
43	強磁性共鳴 · · · · · · · 480
第8章	章 反強磁性およびフェリ磁性485
4.4	
44	<b>反強磁性の簡単な理論 (VAN VLECK の理論) · · · · · · · · · · · · · · · · 485</b>
45	反強磁性の簡単な理論 (VAN VLECK の理論)
45	ネール温度以下の反強磁性状態487
45 46	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503
45 46 47	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503磁 区503
45 46 47 第9章	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503
45 46 47 第9章	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503磁 区503
45 46 47 第 9 章 48 49 50	ネール温度以下の反強磁性状態 487 スピン波および反強磁性共鳴 492 フェリ磁性 495 章 強磁性体の磁区構造 503 磁 区 503 磁化機構 505 磁壁の構造 508
45 46 47 第 9 章 48 49 50	ネール温度以下の反強磁性状態       487         スピン波および反強磁性共鳴       492         フェリ磁性       495         章 強磁性体の磁区構造       503         磁 区       503         磁性機構       505         磁壁の構造       508         章 交換相互作用       509         直接交換作用       509
45 46 47 第 9 章 48 49 50 第 10	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503磁 区503磁比機構505磁壁の構造508章 交換相互作用509直接交換作用509ZENER の機構511
45 46 47 第9章 48 49 50 第10	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503磁 区503磁化機構505磁壁の構造508章 交換相互作用509直接交換作用509ZENER の機構511s-d, s-f 相互作用513
45 46 47 第 9 章 48 49 50 第 10 51 52	ネール温度以下の反強磁性状態 487 スピン波および反強磁性共鳴 492 フェリ磁性 495 章 強磁性体の磁区構造 503 磁 区 503 磁化機構 505 磁壁の構造 508 章 交換相互作用 509 直接交換作用 509 ZENER の機構 511 s-d, s-f 相互作用 513 バンド理論による強磁性条件の吟味 516
45 46 47 第9章 48 49 50 第10 51 52 53	ネール温度以下の反強磁性状態487スピン波および反強磁性共鳴492フェリ磁性495章 強磁性体の磁区構造503磁 区503磁化機構505磁壁の構造508章 交換相互作用509直接交換作用509ZENER の機構511s-d, s-f 相互作用513

57	二重交換作用	
58	磁性の本質論の困難 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	526
文献	および参考書	531
第4編	<b>i</b> 誘電体	541
第1:	章 誘電体の基礎概念 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	543
1	序 論	543
2	誘電体の基礎概念・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
3	双極子モーメント ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
4		
5		
6		
7		
8		
第25	章 固体の誘電的性質	564
9	誘電的性質から見た固体の分類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	564
10	無極性分子結晶と電子分極・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
11	イオン結晶 ····································	
12	永久双極子を持つ分子結晶・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
13	フレーリッヒの式	585
14		
15		
第35	章 誘電体の量子理論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	596
16	分極率	596
17	分散の古典理論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	599
18	分散の量子理論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	601
19	誘電率の多体問題的考察	603
20	格子欠陥をつくるに必要なエネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	605
第45	章 強誘電体	611
21	ビエゾ電気 (圧電気)とバイロ電気 (焦電気)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	611
22	強誘電体	614
23	チタン酸バリウム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	615

目 次	хi
24 チタン酸バリウムの現象論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	617
25 チタン酸バリウムの分子論	620
26 強誘電体のドメイン構造,反強誘電体・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	630
文献および参考書	632
第 5 編 格子欠陥論	635
第1章 序 論	637
1 格子欠陥	637
2 転位の定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	638
3 刃状転位, ラセン転位および混合転位 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	642
4 バーガース・ベクトルの保存・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	644
5 転位の移動による巨視的歪 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	645
6 転位にはたらく力	647
第2章 転位の弾性論	648
7 転位のまわりの応力場 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	648
8 転位の歪エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	653
9 平行なバーガース・ベクトルを持つ平行な刃状転位の間の力・・・・・・・・	654
10 平行なラセン転位の間の力	657
11 異符号の二つの転位の歪エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	657
第3章 転位と結晶構造	-659
12 結晶の週期的構造と転位の形 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	659
13 転位を動かすに要する臨界剪断応力	662
14 結晶の幾何学的構造と転位	665
15 面心立方格子の積層欠陥と部分転位	667
16 稠密六方格子の積層欠陥と部分転位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	675
第4章 転位と点欠陥	676
17 転位による空孔と格子間原子の形成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	676
18 刃状転位の上昇運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
19 溶質原子と転位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	683
20 溶質原子と拡張転位	
第5章 結晶内の転位の分布・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	690

21 転位網 ………………………………………………690

	٠	
W	٠	
•		

## 目 次

22 結晶粒の境界69
23 結晶粒境界のエネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・69
24 ポリゴニゼーション
25 小角度粒界の移動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
第6章 結晶の成長と辷りの成長70
26 結晶の成長70
27 辷りの成長——フランク‐リード源70
28 辷りの成長――機械的双晶の形成70
第7章 転位の運動716
29 転位の動力学716
第8章 金属結晶中の点欠陥・・・・・・
30 金属結晶中の点欠陥 ・・・・・・・・・71
31 点欠陥の形態71
32 形成エネルギー715
33 移動エネルギー
34 熱平衡にある点欠陥73
35 点欠陥の焼鈍の速度論738
36 点欠陥の弾性論74%
37 点欠陥の捕獲746
文献および参考書748
附録 エネルギー換算表 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
索 引755