

目 次

1. 結 晶 系

1.1 物質の三態	1
1.2 結晶と非結晶	3
1.3 結 晶 系	5
1.3.1 結晶学の発展	6
1.3.2 結晶系における対称操作	9
1.3.3 結 晶 系	14
1.4 晶 族	15
1.4.1 立 方 晶 系	16
1.4.2 正 方 晶 系	18
1.4.3 斜 方 晶 系	19
1.4.4 単 斜 晶 系	19
1.4.5 三 斜 晶 系	20
1.4.6 三 方 晶 系	20
1.4.7 六 方 晶 系	21
1.5 ステレオ投影と結晶点群	23
1.5.1 ステレオ投影	23
1.5.2 点 群	24
演 習 問 題	24

2. 空間格子と空間群

2.1 空 間 格 子	26
2.2 空間格子の幾何学	28
2.2.1 線の長さ, 面積, 体積	28
2.2.2 位置と距離	29

2.2.3 格子面	31
2.2.4 晶帯軸と晶帯	34
2.3 逆格子	36
2.4 プラベ格子	37
2.5 空間群	43
2.5.1 らせん軸	45
2.5.2 映進面	45
2.5.3 空間群	47
演習問題	48

3. 結晶構造

3.1 結合力による結晶の分類	49
3.1.1 イオン結晶	50
3.1.2 共有結合結晶	51
3.1.3 金属結晶	54
3.1.4 分子性結晶	55
3.1.5 水素結合結晶	55
3.2 原子半径とイオン半径	57
3.3 最密充填構造	61
3.3.1 最密充填構造とは	61
3.3.2 最密六方構造	63
3.3.3 面心立方構造	64
3.4 最密充填構造におけるすき間	65
3.4.1 八面体すき間と四面体すき間	65
3.4.2 面心立方構造とすき間	66
3.4.3 最密六方構造とすき間	67
3.5 八面体すき間、四面体すき間と結晶構造	67
3.5.1 八面体すき間と食塩形構造、ひ化ニッケル形構造	68
3.5.2 四面体すき間と閃亜鉛鉱構造、ウルツ鉱構造	68
演習問題	69

4. 結晶の対称性と物理的性質

4.1 物理量のテンソル表示	70
4.2 焦電効果 (一次テンソル)	73
4.3 導電率, 複屈折 (二次テンソル)	74
4.3.1 二次テンソルの表示	74
4.3.2 複 屈 折	75
4.4 圧電効果 (三次テンソル)	77
4.4.1 圧電効果の定性的説明	78
4.4.2 三次テンソルによる表示	79
4.5 結晶のへき開と対称性	81
4.6 Si の共有結合と半導体の性質	83
演 習 問 題	84

5. 結晶の動力学

5.1 格 子 振 動	85
5.2 一次元格子振動	86
5.2.1 同種原子からなる一次元格子	86
5.2.2 2種類の原子からなる一次元格子	90
5.3 三次元格子振動	93
5.4 フ ォ ノ ン	94
5.5 格子振動と熱伝導, 移動度の関係	95
5.5.1 熱 伝 導	95
5.5.2 キャリヤの散乱	96
演 習 問 題	97

6. 格 子 欠 陥

6.1 完全結晶と結晶欠陥	99
6.2 点 欠 陥	100
6.2.1 原子空孔と格子間原子	100

6.2.2	不純物原子	103
6.2.3	金属の点欠陥と電気伝導	106
6.2.4	半導体中の不純物と電気伝導	109
6.3	転位	113
6.3.1	双状転位, らせん転位	113
6.3.2	バーガースペクトル	117
6.3.3	部分転位と積層欠陥	119
6.3.4	結晶成長と転位	121
6.3.5	ミスフィット転位	123
6.4	結晶粒界, 双晶	126
6.4.1	双晶結晶	126
6.4.2	双晶	127
6.5	結晶表面	128
6.5.1	結晶表面の構造	128
6.5.2	結晶表面の電氣的性質	129
	演習問題	132

7. 物質構造の解析と評価

7.1	物質の構造解析法	133
7.2	X線の性質	134
7.2.1	X線の光学的性質	134
7.2.2	X線の発生	135
7.2.3	平面波と球面波	137
7.3	X線の散乱と吸収	140
7.3.1	X線の吸収, 散乱に伴う諸効果	140
7.3.2	電子による弾性散乱	141
7.3.3	原子による弾性散乱	143
7.3.4	非弾性散乱	145
7.3.5	異常分散	145
7.4	結晶による回折	145
7.4.1	結晶構造因子	145
7.4.2	X線回折・ブラッグの法則	148

7.4.3	逆格子とエwald球	150
7.4.4	回折強度	152
7.5	X線回折の方法	154
7.5.1	ラウエ法	154
7.5.2	デバイ-シェラー法	155
7.5.3	ディフラクトメータ	156
7.6	物理分析法	157
7.6.1	電子と物質との相互作用	157
7.6.2	イオンと物質との相互作用	160
7.6.3	電磁波と物質との相互作用	163
	演習問題	164
8.	いろいろな形態をもつ物質	
8.1	結晶の精製と偏析	165
8.2	単結晶の製作法	167
8.2.1	引上げ法	168
8.2.2	フローティング・ゾーン法	169
8.2.3	ブリッジマン法	170
8.3	リボン結晶	170
8.3.1	E F G 法	171
8.3.2	ウェプ法	172
8.4	基板上に形成された結晶	173
8.4.1	エピタキシー	174
8.4.2	ヘテロエピタキシー	175
8.5	基板上への結晶成長法	177
8.5.1	気相エピタキシアル成長法	178
8.5.2	液相エピタキシアル成長法	179
8.5.3	分子線エピタキシアル法	180
8.6	ひげ結晶	181
8.6.1	真性ひげ結晶	182
8.6.2	非真性ひげ結晶	182
8.7	微粒子	183

演習問題 185

9. 非晶質

9.1 非晶質とは 186

9.2 ガラスの構造 187

9.3 非晶質半導体 188

9.3.1 非晶質 Si 188

9.3.2 カルコゲナイド 192

9.4 非晶質金属 194

9.4.1 非晶質金属の構造 194

9.4.2 非晶質金属の性質 196

9.5 液晶 198

9.5.1 液晶の構造 198

9.5.2 液晶の光学的性質 200

演習問題 201

付 録

1. 物理定数表 202

2. 各種半導体の物性定数表 203

文 献 204

演習問題解答 206

索 引 219