



## 目 次

はしがき

## I 基本的な知識

1. 物質の構造についての基本的な知識	2
1.1 結晶格子	2
1.1.1 空間格子, 単位格子	2
1.1.2 格子点列と格子面	3
1.1.3 結晶面と結晶軸	7
1.1.4 投影法	9
1.2 結晶の対称性	13
1.2.1 対称要素	13
1.2.2 点群と結晶系	15
1.2.3 ブラベー格子	16
1.2.4 空間群	19
1.3 結晶内の原子配列	22
1.4 表面構造	29
1.4.1 表面の対称性	29
1.4.2 表面構造の表記	29
1.5 非晶質固体の構造	33
2. X線についての基本的な知識	35
2.1 光学的性質	35
2.1.1 波動と光子	35
2.1.2 屈折	37
2.1.3 全反射	38
2.1.4 偏光	42
2.2 X線スペクトル	43
2.2.1 連続X線	44

2.2.2	特性 X 線	45
2.2.3	元素分析への利用	48
2.3	X 線のコヒーレンス	49
2.3.1	複素コヒーレンス度	49
2.3.2	時間的コヒーレンスと空間的コヒーレンス	51
2.4	X 線の散乱	53
2.4.1	弾性散乱	54
2.4.2	非弾性散乱	59
2.5	X 線の回折	62
2.6	光電効果と 2 次放射	63
2.7	X 線の吸収	66
2.7.1	吸収係数	66
2.7.2	吸収曲線	69
2.8	原子核との相互作用	70
2.9	原子と X 線電磁場の相互作用の量子論的な取り扱い	71

## II 回折理論

3.	運動学的回折理論 — モザイク結晶による回折	78
3.1	干渉制散乱の一般式	78
3.2	原子による散乱	80
3.2.1	原子散乱因子	80
3.2.2	異常分散	82
3.3	非晶質固体 (液体) による散乱	84
3.4	結晶による回折	88
3.4.1	結晶構造因子	88
3.4.2	ラウエ関数とラウエ条件	90
3.4.3	逆空間と逆格子ベクトル	92
3.4.4	逆格子の作図	95
3.4.5	エワルドの作図法	97
3.4.6	消滅則	99
3.4.7	各種の結晶格子に対する結晶構造因子	100

- 3.4.8 熱振動の効果 102
- 3.4.9 消衰効果 104
- 3.4.10 積分回折強度 105
- 3.4.11 回折現象とフーリエ変換 106
- 3.4.12 フーリエ合成 107
- 3.4.13 フリーデルの法則 108

<b>4. 動力学的回折理論 — 完全に近い結晶による回折</b>	<b>110</b>
4.1 動力学的回折理論の基本方程式	111
4.1.1 基本方程式	111
4.1.2 境界条件	115
4.1.3 2波近似における分散面	117
4.1.4 回折条件からのずれと発散点の指定	121
4.2 回折強度曲線	126
4.3 吸収を考慮したときの回折強度曲線	135
4.4 X線定在波と異常透過	138
4.5 ペンデル縞と消衰距離	143
4.6 結晶内でのX線エネルギーの流れ	147
4.7 球面波入射の場合	149
4.8 歪んだ結晶における動力学的回折理論	153

### III 光源・検出系・光学系

<b>5. X線光源</b>	<b>160</b>
5.1 X線管	160
5.1.1 封入式X線管	160
5.1.2 開放式X線管	166
5.1.3 高圧電源	170
5.2 軟X線源	172
5.2.1 電子線励起軟X線源	172
5.2.2 プラズマ軟X線源	173
5.3 メスバウアー $\gamma$ 線源	173

5.4	放射光 (シンクロトロン放射) 光源	176
5.4.1	放射光の特性	176
5.4.2	放射光発生の原理	177
5.4.3	放射光の特性を示す表式	183
5.4.4	実際の光源のブライトネスとブリリアンス	186
5.4.5	電子/陽電子ストレージリングの機能	189
5.4.6	挿入光源	192
5.4.7	電子/陽電子ストレージリングの現状と将来	198
5.5	X線レーザーの実用化に向けて	201
5.5.1	レーザープラズマによるX線レーザー	201
5.5.2	自由電子レーザー	202
6.	X線の検出・計測法	205
6.1	パルス計数型検出器	206
6.1.1	電離作用を利用する計数管	207
6.1.2	固体検出器	211
6.1.3	パルス計数回路のシステム	217
6.1.4	計測の際の留意事項	220
6.2	積分計数型検出器	224
6.2.1	電離箱	224
6.2.2	X線フィルム	225
6.2.3	原子核乾板	227
6.2.4	イメージングプレート	228
6.3	位置敏感検出器	230
6.4	熱変換型X線検出器	235
7.	X線の単色化とコリメーション	237
7.1	X線分光素子	237
7.1.1	フィルター	237
7.1.2	全反射ミラー	238
7.1.3	多層膜	240
7.1.4	モザイク結晶	243
7.1.5	完全結晶	245
7.1.6	湾曲結晶	251

7.2	完全結晶 X 線分光素子の光学系	253
7.2.1	多重結晶光学系	253
7.2.2	デュモンド図形による光学系の特性評価	256
7.2.3	高調波除去の光学系	260
7.3	X 線偏光素子と偏光解析用の光学系	262
7.3.1	X 線偏光素子	262
7.3.2	偏光解析用 X 線光学系	266
	参考書・引用文献	267
	索 引	271