

目 次

1. 序 論	(木村 宏)	1
2. 結晶中の転位	(吉永日出男 栗下裕明)	4
2.1 転位の幾何学		4
2.1.1 転位とは		4
2.1.2 バーガースベクトルの定義とその基本的性質		6
2.1.3 転位の保存運動と非保存運動		8
2.1.4 キンクとジョグ		10
2.2 転位の弾性論		11
2.2.1 転位の応力場		11
2.2.2 転位の自己エネルギー		13
2.2.3 転位の線張力		14
2.3 転位の相互作用		14
2.3.1 転位に働く力		14
2.3.2 長範囲の相互作用		16
2.3.3 短範囲の相互作用		18
2.4 転位の運動と結晶の変形		19
2.4.1 転位の運動と塑性ひずみ		19
2.4.2 転位の増殖		21
2.5 結晶構造と転位の動的・静的性質		22
2.5.1 転位に働く力と分解せん断応力		22
2.5.2 格子摩擦抵抗(パイエルス応力)		22
2.5.3 結晶構造とすべり系		24
2.5.4 転位の分解と積層欠陥		24
2.6 転位と他の欠陥との相互作用		28
2.6.1 点欠陥(溶質原子)との相互作用		28
2.6.2 結晶の自由表面および異相界面との相互作用		33
2.7 熱活性化過程としての転位運動		34

2・8 高速で運動する転位	38
演習問題	41
ヒントと解答	42
引用文献	43
3. 結晶中の点欠陥..... (花田黎門)	44
3・1 点欠陥の種類	44
3・1・1 点欠陥とは	44
3・1・2 点欠陥のエネルギー	44
3・1・3 点欠陥による結晶格子の変化	45
3・1・4 点欠陥研究の意義	48
3・2 熱平衡点欠陥	49
3・2・1 配置エントロピーと空孔濃度	49
3・2・2 平衡濃度の測定	50
3・2・3 空孔の形成エネルギー	50
3・3 非平衡点欠陥	51
3・3・1 急冷による原子空孔の凍結	51
3・3・2 放射線損傷 (radiation damage)	51
3・3・3 格子間原子の性質	52
3・3・4 放射線損傷の回復	53
3・4 点欠陥の相互作用	54
3・4・1 相互作用エネルギー	54
3・4・2 置換型不純物 - 点欠陥の対	54
3・4・3 その他の対	54
演習問題	54
引用文献	55
4. 結晶粒界および異相界面..... (石田洋一)	57
4・1 はじめに	57
4・2 結晶粒界・異相界面の原子構造	57
4・2・1 原子構造モデル	57

4・2・2	粒界原子配列の観察	58
4・2・3	原子配列の計算シミュレーション	61
4・2・4	粒界原子配列の理論	62
4・3	結晶粒界・異相界面の規則構造とその理論	63
4・3・1	コイソシデンス(対応)格子理論	63
4・3・2	0格子(Bollmann格子)理論	66
4・4	結晶粒界・異相界面の結合状態と破壊の原子過程	68
	演習問題	69
	引用文献	69
5.	非弾性	(水林博) 71
5・1	粘弾性と擬弾性	71
5・2	内部摩擦	72
5・3	スネークピーク	73
5・4	ゼナーピーク	75
5・5	転位の運動と内部摩擦	77
5・5・1	非緩和型内部摩擦	77
5・5・2	ボルドニーピーク	78
5・5・3	スネーク・ケスターピーク	81
5・6	前降伏現象	82
	演習問題	85
	ヒントと解答	85
	引用文献	86
	参考文献	88
6.	降伏と加工硬化(単結晶)	(坂公恭) 89
6・1	すべりの幾何学	89
6・1・1	すべり系	89
6・1・2	せん断応力-せん断ひずみ曲線	90
6・1・3	シュミットの法則およびシュミット因子	91
6・2	純金属単結晶の降伏	92

6・2・1 降伏の定義	92
6・2・2 fcc純金属単結晶の降伏	92
6・2・3 bcc金属単結晶の降伏	93
6・3 降伏の転位論	98
6・3・1 降伏の一般論	98
6・3・2 Johnston-Gilmanの理論	98
6・3・3 Johnston-Gilman理論の適用限界	100
6・4 加工硬化	101
6・4・1 fcc金属単結晶の加工硬化曲線	101
6・4・2 fcc結晶の加工硬化に及ぼす諸因子	103
6・4・3 加工硬化に伴う組織の変化	104
6・4・4 加工硬化の概要	108
演習問題	111
解 答	111
引用文献	112
7. 固溶硬化と固溶軟化	(蔵元英一) 113
7・1 固 溶 硬 化	113
7・1・1 摩 擦 硬 化	113
7・1・2 固 着 硬 化	117
7・2 体心立方金属の固溶硬化と固溶軟化	124
演習問題	129
引用文献	129
8. 第2相による硬化	(松浦圭助) 132
8・1 は じ め に	132
8・2 析出硬化と分散硬化	132
8・2・1 障害物を含む結晶の変形応力	132
8・2・2 析出硬化の機構	135
8・2・3 析出硬化と分散硬化の特徴	141
8・2・4 分散硬化合金の加工硬化	143
8・3 複 合 強 化	146

8-3-1	複合強化材における応力とひずみ	146
8-3-2	一方向繊維強化	147
8-3-3	繊維強化複合材の特徴	150
	演習問題	151
	解 答	151
	引用文献	152
9.	金属間化合物および規則合金の強度	(山口正治) 154
9-1	規則構造を持つ結晶中の面欠陥と転位	154
9-2	$L1_2$ 型金属間化合物の変形挙動	160
9-2-1	高温における強度の逆温度依存性	160
9-2-2	低温における強度の温度依存性	163
9-2-3	Ni_3Al 多結晶の変形	164
9-3	体心立方型規則構造を持つ金属間化合物の変形と強度	164
9-3-1	すべりのタイプとすべりを担う転位	165
9-3-2	$\langle 111 \rangle$ すべりによる変形の特徴	166
9-3-3	$\langle 001 \rangle$ すべりによる変形の特徴	170
9-3-4	$\langle 110 \rangle$ すべりによる変形の特徴	172
9-4	その他の構造の金属間化合物	172
	演習問題と解答およびヒント	173
	引用文献	174
10.	多結晶の降伏と変形	(藤田広志) 175
10-1	多結晶体を種々の方位の単結晶の集合体と考える立場	175
10-2	双結晶を多結晶体の最も基本的な単位と考える立場	176
10-3	結晶粒度を変形抵抗の主役と考える立場	179
10-4	多結晶体における3次元拘束とその役割	180
10-5	3次元拘束の立場から見た多結晶体における不均一変形	186
10-5-1	リュージダース変形時の降伏点における急激な応力降下とそれに及ぼす 3次元拘束の影響	186

10・5・2	リューダース帯の発生と伝播の機構	190
	演習問題	197
	引用文献	198
11.	双晶変形とへき開破壊 (武内朋之)	200
11・1	はじめに	200
11・2	双晶の幾何学	200
11・3	双晶による塑性変形	201
11・3・1	bcc 金属	201
11・3・2	fcc 金属	205
11・3・3	hcp 金属その他	207
11・4	へき開破壊	208
	演習問題	210
	解答	211
	引用文献	211
12.	粒界偏析と粒界破壊 (渡辺忠雄)	212
12・1	粒界偏析	212
12・1・1	粒界偏析の測定法	213
12・1・2	平衡偏析と非平衡偏析	214
12・1・3	粒界偏析理論	221
12・1・4	粒界偏析の速度論 (kinetics)	225
12・2	粒界破壊	226
12・2・1	純金属の粒界破壊	226
12・2・2	粒界破壊に対する粒界偏析の影響	229
12・2・3	偏析による粒界ぜい化の理論的解釈	233
	演習問題	236
	解答	236
	引用文献	236
	参考文献	238

13. 水素ぜい化	(松井秀樹) 239
13.1 はじめに	239
13.2 金属中の水素の挙動の特徴	239
13.2.1 金属中の水素の存在状態	239
13.2.2 水素の拡散	240
13.3 鉄鋼の水素ぜい性	243
13.3.1 鉄鋼の水素ぜい性の特徴	243
13.3.2 鉄鋼の水素ぜい性の機構	246
13.4 水素化物形成金属の水素ぜい性	249
13.4.1 IV, Va族金属の水素ぜい性の特徴と機構	250
13.5 応力下での析出物の挙動	252
演習問題	254
引用文献	255
14. 高温強度	(及川 洪) 256
14.1 高温変形	256
14.1.1 はじめに	256
14.1.2 動的復旧	256
14.1.3 クリープ変形	257
14.2 結晶内部の変形	258
14.2.1 転位クリープ	258
14.2.2 純金属のクリープ(回復クリープ)	259
14.2.3 固溶体のクリープ	261
14.2.4 PL 効果	263
14.3 粒界すべりが関与する高温変形	265
14.3.1 粒界すべり	265
14.3.2 多結晶体の高温変形	267
14.4 拡散クリープ	269
14.5 高温破壊	270

演習問題	273
解 答	273
参考文献	274
15. 疲 勞	(奥田重雄) 275
15.1 はじめに	275
15.2 疲労の現象論	275
15.3 固執すべり帯	278
15.4 銅単結晶の疲労	278
15.5 疲労の転位モデル	282
15.5.1 静的変形との比較	282
15.5.2 マトリックスとPSB内の転位の運動	284
15.6 PSBができない場合	286
15.7 クラックの発生と伝播	287
演習問題	288
解 答	288
引用文献	288
参考文献	289
16. 結 言	(木村 宏) 290
索 引	293