

目 次

1章 無機材料の構造 (北條 純一) 1

- 1.1 はじめに 1
- 1.2 無機物質の結晶構造 2
 - 1.2.1 剛体球の充填様式 2
 - 1.2.2 化学結合と配位構造 3
 - 1.2.3 共有結合結晶 5
 - 1.2.4 イオン結合結晶 6
 - a. 配位数と結晶構造 6
 - b. 多面体の連結構造 7
 - c. 安定化ジルコニアの構造 8
 - d. 複合酸化物の結晶構造 9
 - 1.2.5 ケイ酸塩とガラス構造 10
 - a. ケイ酸塩の構造 11
 - b. ガラスの構造 12
 - 1.2.6 格子欠陥構造と機能 14
 - a. 点欠陥の構造 14
 - b. 非化学量論性化合物 15
 - c. 固溶型欠陥構造 16
- 1.3 セラミックスの高次構造制御 18
- 1.4 おわりに 20
 - 演習問題 20
 - 引用文献 22

2章 相平衡と状態図 (多々見 純一) 23

- 2.1 はじめに 23
- 2.2 相律と相転移 24

2.2.1	ギブズの相律	24
2.2.2	相転移	25
2.3	状態図	26
2.3.1	1成分系状態図	26
	a. 1成分系状態図の読み方	26
	b. 1成分系状態図の例	29
2.3.2	2成分系状態図	31
	a. 全率固溶型状態図	33
	b. 共晶型状態図	33
	c. 包晶型状態図	35
	d. 合致溶融型状態図	35
	e. 不混和液相を含む状態図	35
	f. 実際の2成分系状態図	36
	g. 2成分系状態図の熱力学的考察	37
2.3.3	3成分系状態図	38
	演習問題	43
	参考文献	46

3章 固体の反応性 (嶋田 志郎) 47

3.1	固体反応の特徴	47
3.2	固体の反応性	48
	3.2.1 固体反応の研究手法	48
3.3	DTA測定によるカオリナイトの反応性の比較	49
3.4	固体の関与する反応の速度式	51
	3.4.1 反応の律速段階	51
	a. 連続反応における律速段階	51
	b. 活性化エネルギー	51
	3.4.2 粉末の反応速度式	52
	a. 拡散律速の速度式	52
	b. 界面反応律速の速度式	54
	c. 核生成と成長の速度式	55
	d. 一次の反応式	55
3.5	粉末反応速度式の数値的取扱い法	55
3.6	バルク体の反応 (例: Siウエーハの酸化)	57

3.7 焼結の速度論 61

- 3.7.1 初期の焼結速度 64
 - a. 蒸発-凝縮モデル 64
 - b. 体積拡散モデル 64
 - c. 粒界拡散モデル 65
 - d. 表面拡散モデル 65
- 3.7.2 粒成長の速度論 66

演習問題 67

参考文献 69

4章 粉末と薄膜の合成 (余語 利信) 71

4.1 はじめに 71

4.2 化学溶液法による粉末合成 72

- 4.2.1 化学溶液法による合成の特徴 72
- 4.2.2 沈殿生成による粉末の合成 72
- 4.2.3 単分散球状粒子の合成 75

4.3 化学溶液法による薄膜合成 77

- 4.3.1 薄膜合成 77
- 4.3.2 化学量論性ニオブ酸リチウム薄膜の合成 77
 - a. ニオブ酸リチウム 77
 - b. LiNbO_3 (LN) 前駆体の合成と構造 79
 - c. LiNbO_3 (LN) 粉末の低温合成 81
 - d. 化学量論性エピタキシャル LiNbO_3 (LN) 薄膜の調製 82
- 4.3.3 複雑な結晶構造を有する化合物の薄膜合成 86

4.4 おわりに 88

演習問題 88

引用文献 89

5章 セラミックスの化学的機能 (佐藤 次雄) 91

5.1 セラミックス微粒子の物理化学的性質 91

- 5.1.1 表面エネルギー 91
- 5.1.2 微粒子の性質 92

a.	微粒子の表面に働く力	92
b.	微粒子の蒸気圧	94
c.	微粒子の溶解度	95
d.	微粒子の融点	96
5.2	セラミックスの光触媒機能	97
5.2.1	光触媒の設計指針	97
5.2.2	酸化チタン微結晶の光触媒特性	98
5.3	可視光応答性酸化チタン	100
5.3.1	金属イオン注入可視光応答性酸化チタン	100
5.3.2	酸素欠損可視光応答性酸化チタン	102
a.	高周波マグネトロンスパッタ法酸素欠損可視光応答性酸化チタン	102
b.	低温プラズマ処理酸素欠損可視光応答性酸化チタン	102
5.3.3	窒素賦活可視光応答性酸化チタン	103
a.	固-気反応による窒素賦活酸化チタン	104
b.	固-液反応による窒素賦活酸化チタン	107
c.	液相反応による窒素賦活酸化チタン	108
d.	固相法による窒素賦活酸化チタン	109
5.4	セラミックスの紫外線遮蔽機能	109
5.4.1	酸化触媒活性の低減	111
5.4.2	Ca ²⁺ 固溶による紫外線遮蔽特性への影響	111
	演習問題	113
	参考文献	114

6章 セラミックスの生体機能 (大槻 主悦) 117

6.1	はじめに	117
6.2	骨組織を修復する材料に要求される特性	118
6.3	骨と結合するセラミックス	119
6.4	生体活性セラミックスの表面でアパタイト層が形成される機構	122
6.5	有機-無機複合による新しい生体活性材料	124
6.6	化学処理による金属材料への生体活性の付与	127
6.7	薬理機能を付加したセラミックス	129
6.8	おわりに	130

演習問題	131
参考文献	131

7章 セラミックスの機械的特性 ————— (松下 純一) 135

7.1	セラミックスの機械的特性とは	135
7.2	セラミックスの機械的特性	136
7.2.1	密度・気孔率	136
7.2.2	硬 度	137
7.2.3	弾 性 率	141
7.2.4	強 度	143
7.2.5	破壊靱性	149
7.2.6	熱衝撃抵抗	153
7.2.7	クリープ・疲労	154
7.2.8	寿命予測 (ワイブルWeibull係数)	155
7.2.9	摩擦・摩耗	156
7.3	JIS規格からISO規格へ	156
	演習問題	157
	参考文献	158

8章 セラミックスの電磁気的特性 ————— (岸本 昭) 159

8.1	電磁気特性による分類	159
8.2	電磁気学の基礎	160
8.3	誘電体と磁性体	160
8.3.1	分極と磁気	160
8.3.2	分域 (強誘電体分域と磁区)	161
8.3.3	分域の移動とヒステリシス	161
8.3.4	メモリー材料	163
8.3.5	高周波材料と電磁波吸収材料	163
8.3.6	セラミックスフィルター	164
8.3.7	積層コンデンサー (マクロ構造による機能拡大の例 1)	165
8.3.8	圧電体, 焦電体と対称性	165
8.3.9	圧電体, 焦電体に用いられる材料	167
8.3.10	アクチュエーター (マクロな構造制御による機能拡大の例 2)	168

8.3.11	圧電トランス (電気機械エネルギー変換の利用)	169
8.4	半 導 体	170
8.4.1	電子軌道とバンド構造	170
8.4.2	不純物半導体の温度依存性	172
8.4.3	熱起電力の由来と用途	174
8.4.4	接合と障壁	174
8.4.5	金属-半導体接合の整流性	175
8.4.6	表面界面の障壁	176
8.4.7	ガスセンサーの動作原理	177
8.4.8	粒界の障壁, PTCR効果とバリスター	178
8.5	イオン伝導体	179
8.5.1	イオン伝導体の構造	180
8.5.2	イオン伝導体の応用	182
8.5.3	混合伝導体とその応用	183
8.6	超伝導体	184
8.6.1	超伝導体の構造	184
8.6.2	超伝導特性	186
8.6.3	超伝導体の応用	187
	演習問題	187
	引用文献	188
9章	有機-無機ハイブリッド (菅原 義之)	189
9.1	はじめに	189
9.2	ゾル-ゲル法	190
9.2.1	ゾル-ゲル法の概略	190
9.2.2	ゾル-ゲル法を用いた有機-無機ハイブリッド材料合成	192
	a. 金属アルコキシドの加水分解・重縮合時の分子・イオンの取込み	192
	b. 金属アルコキシドとオルガノアルコキシシランの共加水分解	193
	c. ポリマーと金属アルコキシドからの有機-無機ハイブリッド	194
	d. 有機架橋型アルコキシドからの有機-無機ハイブリッド	197
	e. コロイド化学・超分子化学の利用	198
9.3	インターカレーション	200
9.3.1	インターカレーションの概略	200

9.3.2	インターカレーションの反応機構	200
	a. イオン交換	200
	b. 層間のイオンとの相互作用	201
	c. 水素結合	201
	d. 酸化還元反応	201
	e. グラフト反応	201
9.3.3	インターカレーションを用いた有機-無機ハイブリッド材料合成	201
	a. 機能性分子・イオンの固定化	202
	b. 選択吸着構造の構築	202
	c. ポリマーとの複合化による電気伝導性	202
	d. はく離により生成するナノシートの利用	205
9.4	その他の化学的合成手法	207
	9.4.1 表面修飾	207
	9.4.2 多孔質材料の利用	208
	9.4.3 ナノビルディングブロックの利用	208
9.5	おわりに	208
	演習問題	208
	参考文献	209

索引	213
----	-----