

目 次

著者序文

日本語版に対する著者序文

訳者の覚え書き

第 1 章 結晶構造

半導体とは？	1
エネルギー・バンド	1
金属，絶縁体，半導体	2
許容エネルギーと禁制エネルギー	3
価電子結合	5
ボンドの算え方	6
原子軌道	7
混成軌道	7
化学結合の定義と規則	10
ボンド・エネルギーギャップ，およびバンド・エネルギーギャップ	13
正四面体配位	14
層状構造	17
螢石型結合	19
相対論的構造	19
カルコゲナイド	21
欠乏化合物および過剰化合物	21
遷移金属半導体	23
ボンドの長さとは結合半径	24

合理化された半径	25
不純物イオンの半径	28
層状構造のボンド	28
要 約	29
参考文献	30

第2章 共有性結合とイオン性結合

原子の電子配置	32
内殻d電子	35
普遍的な半導体のモデル	36
共有的性質とイオンの性質	36
対称ポテンシャルと反対称ポテンシャル	36
クールソンによるイオン度の定義	37
ポーリングのイオン度の定義	38
ポーリングの定義の結晶への拡張	40
ポーリングの定義の限界	40
中間をとったやり方	42
等極結合のエネルギー・ギャップ	43
複素エネルギー・ギャップと共鳴	44
異極結合のエネルギー・ギャップ	47
新しいイオン度の定義	49
イオン度の定義に対する統計的テスト	50
配位の変る境界線上の結晶	56
真の（誤差のない）スケール	57
凝集エネルギー	58
共有結合電子が巡回する性質	62
内殻の影響による補正	64
電気陰性度表	65

目次	V
歴史的な面での覚え書き	67
要約	68
参考文献	69

第3章 弾性定数と圧電定数

応力と歪	70
調和振動子型の歪のエネルギー	72
変換に対して不変である条件	72
モデルの力の場	74
ダイヤモンド型結晶格子	75
閃亜鉛鉱型結晶格子	77
剪断定数とイオン度	78
内部歪	81
圧電定数	84
圧電効果の起源	85
ウルツ鉱型結晶	87
カルコ・パイライト結晶	91
要約	93
参考文献	93

第4章 格子振動

ブリュアン区域	94
$\omega(\mathbf{k})$ の実験的決定	97
規準振動モード	98
モードの記述	99
総和則	100
光学活性モード	102
遠赤外モードと有効電荷	103

vi	目	次
ラマン活性モード		104
ポラリトン		106
ダイヤモンド型半導体の分散曲線		108
静電的モデル		109
閃亜鉛鉱型の分散曲線		113
灰色錫の金属化		114
熱膨張		115
不純物原子の振動		116
要 約		118
参考文献		118

第5章 エネルギー・バンド

バンド理論の用語	119
自由電子近似模型	121
シリコンの価電子バンド	121
ジョーンズ区域	122
単純化したエネルギー・バンド	124
等方的モデル	124
永年方程式	126
等方モデルの誘電関数	127
重要な異方性	131
伝導電子バンド	132
バンド端での曲率	132
振動理論	133
特別な場合	135
原子軌道	137
個々の特定の結晶のバンド構造	139
ダイヤモンドおよびシリコン	140

目次	vii
ゲルマニウムおよびガリウム砒素	142
インジウム・アンチモナイドとインジウム砒素	144
灰色錫と水銀カルコゲナイド	145
有効質量パラメータ	145
PbS 族	147
要 約	151
参考文献	152

第6章 擬ポテンシャルと電荷密度

原子の波動関数	153
原子の擬ポテンシャル	154
結晶ポテンシャル	155
結晶波動関数	158
擬原子形状因子	159
金属結合	162
共有結合	164
イオン結合	165
半導体の波動関数	168
擬電荷密度	169
原子の電荷	171
バンド電荷	173
部分的にイオンの電荷分布	177
伝導電子バンド状態	179
バンド端の圧力依存性	182
エネルギー・ギャップの温度依存性	183
要 約	185
参考文献	185

第7章 基礎光学スペクトル

1 電子励起	187
線スペクトルと連続(バンド)スペクトル	187
誘電関数	189
総和則	189
直接遷移の閾値	190
ゲルマニウム	194
光電子放射	196
微分分光法	199
バンド間エネルギー	202
内殻d-電子	204
原子価の分光学的定義	208
バンド間エネルギーの化学種による変化	209
スピナー軌道分裂	214
結晶場分裂	216
非線型感受率	218
要 約	220
参考文献	220

第8章 半導体の熱化学

凝集エネルギー	222
ポーリングの記述	225
イオン化度と金属化度	231
生成熱	231
融解のエントロピー	238
PbS 族または $A^N B^{8-N}$ 族	239
圧力誘起による相転移	241
理想溶液	246

目	次	ix
正則溶液	.....	250
擬二元合金	.....	251
彎曲パラメータ	.....	252
擬二元合金の結晶化	.....	254
仮想結晶模型	.....	256
元素合金の光遷移	.....	257
擬二元合金のエネルギー・ギャップ	.....	260
要 約	.....	261
参考文献	.....	261

第9章 不 純 物

結晶成長と完全性	.....	263
化合物半導体の化学量論	.....	264
浅い不純物状態と深い不純物状態	.....	264
格子間不純物および置換型不純物の拡散	.....	265
分配係数	.....	266
ドナーとアクセプタ	.....	267
等原子価不純物	.....	271
球対称(水素様)モデル	.....	271
バンド端の縮退	.....	275
谷点付近の異方性	.....	279
化学シフトと中心殻補正	.....	281
化合物半導体の不純物状態	.....	284
自由励起子と束縛励起子	.....	287
ドナー・アクセプター対および等原子価不純物対	.....	290
自己補償効果	.....	292
多価不純物	.....	294
遷移金属不純物	.....	295

要 約	296
参考文献	296

第 10 章 障壁，接合および半導体装置

フェルミ準位	297
バンドの彎曲	300
金属-半導体接触	301
p-n 接合	307
担体の注入と捕獲	311
接合型トランジスタ	315
トンネル・ダイオード	315
電流なだれ型・ダイオード	319
なぜシリコンが用いられるか？	321
微少化技術の革新	323
螢 光	328
接合型レーザー	330
谷間遷移型発振器	333
半導体と材料科学	334
参考文献	335

附録 A 二元合金半導体の基本的な電気的および誘電的定数の表

附録 B 半導体表面

半導体表面の理論	338
自己無撞着計算	340
現実的な単純化された計算	343
表面の構造エネルギー	348

目	次	xi
要	約	352
参	考文獻	353
人	名索引	355
項	目索引	358