

# 目 次

まえがき *iii*

監訳者まえがき *vii*

記号のリスト *ix*

## 第1章 エネルギー経済の問題..... 1

1.1 エネルギー経済 1

1.2 化石エネルギーの最大埋蔵量の推算 4

1.3 温室効果 7

1.3.1 燃焼 7

1.3.2 地球の温度 8

1.4 問題 11

## 第2章 光 子..... 13

2.1 黒体放射 13

2.1.1 空洞内の光子密度  $n_\gamma$  (プランクの放射の法則) 14

2.1.2 面積  $dA$  を通り立体角  $d\Omega$  の中へ向かうエネルギー流 19

2.1.3 球体の表面から立体角  $d\Omega$  の中への放射 23

2.1.4 表面の要素から半球の中への放射(シュテファン-ボルツマンの放射法則) 24

2.2 黒体ではない物体に対する放射のキルヒホッフの法則 26

2.2.1	半導体による吸収	29
2.3	太陽スペクトル	30
2.3.1	大気通過量	32
2.4	太陽放射の集光	34
2.4.1	アッベ(Abbe)の正弦条件	36
2.4.2	幾何光学	37
2.4.3	正弦条件を使用した放射の集光	39
2.5	太陽エネルギー変換の最大効率	40
2.6	問題	49
<b>第3章</b>	<b>半 導 体</b>	<b>51</b>
3.1	半導体内の電子	53
3.1.1	電子の分布関数	53
3.1.2	電子の状態密度	54
3.1.3	電子密度	59
3.2	正孔	62
3.3	ドーピング	65
3.4	擬フェルミ分布	70
3.4.1	フェルミエネルギーと電気化学的ポテンシャル	72
3.4.2	仕事関数	78
3.5	電子と正孔の発生	80
3.5.1	光子の吸収	80
3.5.2	電子-正孔対の発生	85
3.6	電子と正孔の再結合	88
3.6.1	放射再結合, 光子の放出	88
3.6.2	非放射再結合	92
3.6.3	寿命	104
3.7	半導体による光の放出	107

3.7.1	遷移速度と吸収係数	107
3.8	問題	112
<b>第4章</b>	<b>熱放射の化学的エネルギーへの変換</b>	<b>115</b>
4.1	化学的エネルギー生成の最大効率	118
4.2	問題	125
<b>第5章</b>	<b>化学的エネルギーの電気的エネルギーへの変換</b>	<b>127</b>
5.1	電子と正孔の輸送	127
5.1.1	電界による電流(ドリフト電流)	128
5.1.2	拡散電流	130
5.1.3	全電流	131
5.2	電子と正孔の分離	134
5.3	少数キャリアの拡散長	137
5.4	誘電緩和	138
5.5	両極性拡散	140
5.6	デンプー効果(光起電力効果)	141
5.7	数学的記述	144
5.8	問題	145
<b>第6章</b>	<b>太陽電池の基本構造</b>	<b>147</b>
6.1	化学的太陽電池	147
6.2	太陽電池内の基本メカニズム	152
6.3	色素増感太陽電池	154
6.4	pn 接合	155
6.4.1	暗状態における pn 接合内の電子の電気化学的平衡	156

6.4.2	pn 接合全域のポテンシャル分布	157
6.4.3	pn 接合の電流 - 電圧特性	161
6.5	不純物再結合のある pn 接合, 2-ダイオードモデル	167
6.6	ヘテロ接合	170
6.7	半導体 - 金属電極	173
6.7.1	ショットキー接触	176
6.7.2	MIS 接触	176
6.8	太陽電池内の電界の役割	178
6.9	有機系太陽電池	182
6.9.1	励起子	183
6.9.2	有機太陽電池の構造	187
6.10	発光ダイオード(LED)	190
6.11	問題	193
<b>第7章</b>	<b>太陽電池のエネルギー変換の限界</b>	<b>195</b>
7.1	太陽電池の最大効率	195
7.2	エネルギーギャップの関数としての太陽電池の効率	199
7.3	最適なシリコン太陽電池	201
7.3.1	光のトラッピング(捕獲)	203
7.4	薄膜太陽電池	208
7.4.1	太陽電池の最小厚さ	209
7.5	等価回路	210
7.6	開放電圧の温度依存性	212
7.7	効率の強度依存性	213
7.8	個別のエネルギー変換プロセスの効率	214
7.9	問題	216

<b>第8章</b>	<b>太陽電池の効率改善の概念</b>	<b>217</b>
8.1	タンデム(多接合)電池	217
8.1.1	タンデム電池の電氣的接続	221
8.2	集光セル	223
8.3	熱 - 光起電力変換	225
8.4	衝突イオン化	227
8.4.1	衝突イオン化による熱い電子	229
8.4.2	熱電子と正孔でのエネルギー変換	230
8.5	3準位系における2段階励起	234
8.5.1	不純物光起電力効果	234
8.5.2	光子のアップコンバージョンとダウンコンバージョン	238
8.6	問題	243
<b>将来の展望</b>		<b>245</b>
問題の解答		249
付 録		273
参考文献		277
翻訳者あとがき		279
索 引		283