

目次

1 太陽電池入門	1
1.1 太陽電池の歴史	1
1.2 太陽電池の種類, 外観, および構造	2
1.3 太陽電池の変換効率	5
1.4 新型太陽電池—曲げられる太陽電池—	5
1.5 太陽電池モジュールとアレイ	6
1.6 各種太陽電池の生産量の年次推移	7
1.7 太陽電池と他の新エネルギー源との比較	7
1.8 太陽電池に関する専門用語	9
2 太陽電池の研究開発史	12
2.1 欧米における太陽電池開発史	12
2.2 ベル研究所	14
2.3 米国における人工衛星用太陽電池	15
2.4 化合物半導体 CdS 系太陽電池の発祥の地, オハイオ州クリーブランド	16
3 日本, EU, およびアジアにおける太陽電池開発動向	17
3.1 代表的な日本の太陽電池メーカー	17
3.2 EU における太陽電池の開発動向	20
3.3 日本メーカーと海外メーカーの生産量の比較	21
3.4 将来動向	22
3.5 太陽電池製造ライン (ターンキーソリューション) メーカーの台頭	23
3.6 アジアにおける新エネルギー産業動向—台湾, 中国, 韓国, その他—	24
3.7 アジアにおける新エネルギー産業政策	25
3.8 台湾, 韓国, 中国における LED 照明産業と政策	25

4	太陽光のスペクトル, ソーラーシミュレータ, 分光器	27
4.1	光の粒子性	27
4.2	太陽光のスペクトル	29
4.3	太陽から放射されるもの	31
4.4	大気について	32
4.5	太陽光の分光放射強度とエアマス	32
4.6	ソーラーシミュレータと分光感度特性	34
4.7	分光器と分光感度の種類	37
4.8	分光器からの放射光スペクトル	38
5	太陽電池の半導体基礎物性	41
5.1	電子のとりうるエネルギー	41
5.2	シリコン原子	42
5.3	シリコン結晶	42
5.4	シリコン結晶中の電子のエネルギー	43
5.5	真性半導体と不純物半導体	44
5.6	フェルミ準位	48
5.7	バンド構造と電気伝導度	49
5.8	印加電圧による電流 (ドリフト電流)	50
5.9	拡散電流	51
5.10	拡散長	51
5.11	光導電効果	52
5.12	pn 接合のバンド構造	52
5.13	空乏層の形成	53
5.14	半導体内の電界	54
5.15	太陽電池の変換効率の禁止帯幅依存性	55
5.16	半導体による光子の吸収	56
5.17	光子の半導体への浸透	57
5.18	変換効率を規制する因子	58
5.19	ダイオード特性	59
5.20	各種半導体の電気伝導度の不純物濃度依存性	62
5.21*	移動度	62

5.22*	各種半導体の物性特性と理論的変換効率	64
6	不純物原子の拡散技術と計測法	65
6.1	不純物の拡散機構	65
6.2	不純物濃度分布の測定	66
6.3	シリコン基板へのリンの拡散方法	68
6.4	拡散の深さの簡易測定法 (ステイン法)	69
6.5*	拡散理論	70
7	太陽電池の発電原理	73
7.1	太陽電池のバンド構造	73
7.2	太陽電池の電流電圧 (I - V) 特性	75
7.3	I - V 特性に影響を及ぼす因子	78
7.4	太陽電池の等価回路	84
7.5*	I - V 曲線の数学的記述	86
7.6	太陽電池内部でのキャリア生成度合い	88
7.7*	開放電圧 V_{oc} の数学的記述	89
7.8*	太陽電池の直列抵抗	89
7.9*	太陽電池の電極パターンの設計	90
7.10	太陽電池出力特性の温度依存性	92
7.11	分光感度特性	94
8	結晶シリコン系太陽電池の素材の製造	97
8.1	シリコンの結晶成長技術の歴史	97
8.2	太陽電池用シリコン基板の厚さ	98
8.3	化学用語	98
8.4	シリコン基板の原材料の製造	100
8.5	単結晶シリコンインゴットの作製	103
8.6	多結晶シリコンインゴットの作製	105
8.7	シリコン基板の作製と形状	106
9	結晶シリコン系太陽電池の作製—基板の仕様と洗浄—	110
9.1	結晶シリコン系太陽電池の作製工程概要	110

9.2	シリコン基板の仕様	110
9.3	シリコン基板の表面検査装置	111
9.4	シリコン基板表面の自然酸化膜 SiO ₂	111
9.5	シリコン基板の洗浄方法—化学的洗浄と物理的洗浄—	112
9.6	フッ化水素によるウェットエッチング	113
9.7	ドライエッチング	114
10	結晶シリコン系太陽電池の作製—pn 接合の形成—	120
10.1	基板の仕様	120
10.2	拡散炉による pn 接合の形成	121
11	結晶シリコン系太陽電池の電極形成法	123
11.1	スクリーン印刷に関する専門用語	123
11.2	スクリーン印刷による表面電極の形成	125
11.3	インクジェットによる表面電極の形成	126
11.4	表面電極の形状とインターコネクタの結線	126
11.5	物理的方法による表面電極の形成	126
11.6	裏面電極の形成	129
12	反射防止膜の物性と形成法	130
12.1	各種反射防止膜の物性特性	130
12.2	二酸化ケイ素 (SiO ₂) の特性	131
12.3	二酸化ケイ素の形成方法	132
12.4	窒化シリコン (Si ₃ N ₄) 膜の形成	135
12.5	物理的方法による反射防止膜の形成法	135
12.6	反射防止膜の反射率と厚さの設計	136
12.7	ITO (インジウムスズ酸化物)	138
12.8	多層反射防止膜の反射率	138
12.9*	エリプソメータによる光学的特性の測定	139
12.10	結晶シリコン系太陽電池の仕様例	142
13	結晶シリコン系太陽電池モジュールの構造と作製法	143
13.1	結晶シリコン系太陽電池モジュールの種類と構造	143

13.2	モジュール作製に関する用語	144
13.3	ラミネータの構造	150
13.4	バイパスダイオード	151
13.5	モジュール作製の手順	153
13.6	モジュールの出力特性	154
13.7	モジュールの量産製造工程	155
13.8	典型的なモジュールの特性	156
14	太陽電池セルと太陽電池モジュールの評価技術	158
14.1	太陽電池セルに対する評価試験の項目	158
14.2	人工衛星用太陽電池の評価試験—放射線照射試験—	159
14.3	外観検査	159
14.4	電気的, 光学的特性の測定	160
14.5	膜厚および表面粗さ計	160
14.6	太陽電池モジュールの評価試験	161
15	太陽光発電システムとスマートグリッド	166
15.1	家庭用の系統連結システムと独立型システム	166
15.2	家庭用太陽光発電システムに付随する電気部品	168
15.3	大型太陽光発電システム	173
15.4	太陽電池発電所用の大型二次電池—ナトリウム・硫黄二次電池—	175
15.5	電力の「固定価格買取制度」とスマートグリッド	176
16	太陽電池による「日本再生政策」私案	179
16.1	政治界と大学界に望む	179
16.2	「固定価格買取制度」の導入	180
16.3	太陽電池モジュール作製による仕事の創出—国家プロジェクト案—	181
16.4	大規模国家プロジェクト	183
付録		185
索引		191