

# 半導体デバイス基礎の基礎

博士（工学） 廣芝 伸哉【著】

コロナ社

# まえがき

現代社会は、半導体デバイス抜きには成り立たない。私たちが日々利用するスマートフォン、高性能なコンピュータ、そして未来を担う AI や IoT 技術のすべてが、ミクロの世界で動くこの小さな巨人によって支えられている。半導体を学ぶことは、単なる専門知識の習得ではなく、情報化社会の仕組みそのものを理解するための鍵となる。

本書は、電子系、情報系の大学3年生など、初めて専門として半導体を学ぶ学生、あるいは「半導体に興味はあるが、難しそうで手が出せない」「専門書で挫折した」といった方々をおもな読者として執筆した。専門の講義で直面する高度な数式や専門用語に戸惑うことなく、本質的な理解に到達することを最優先の目的としている。高度な量子力学や物性物理の知識は一旦置いておき、電子の動きや基本的な構造などから、半導体デバイスが動く**基礎の基礎**の部分に焦点を当てている。また、半導体デバイス工学の全体像が俯瞰しやすい構成とし、比較的図解を豊富に用いることで、直感的な理解を促している。この構成を通じて知識が有機的に結びつき、一人でも多くの学生やエンジニアの皆さんが、半導体への苦手意識を払拭し、学びへの確かな一歩を踏み出せることを心より望む。

さらに、本書では省略した専門の各分野への発展を意識し、つぎに読むべき専門書を巻末の「引用・参考文献」で紹介している。

本書を書き上げるにあたり、下読みによる誤植や校正について、大阪工業大学の著者研究室所属の北村太慈さん、大学院生、および学部の授業の受講生各位から貴重なフィードバックをいただきました。心より感謝申し上げます。また、本書の図版の作成に関し、下書きを快く提供してくださった、大阪工業大学大学院生の砂田明子さんに深謝いたします。

【サポート情報】

最後に、紙面の関係で省略せざるを得なかった演習問題とその模範解答については、著者のHPにて公開する。また、途中式の導出、数学的準備および物理的なモデルのグラフ描画などに用いたPythonコードなども併せて公開している（巻末の「引用・参考文献」を参照）。

2026年2月

廣芝 伸哉

---

注1) 本書で使用している会社名、製品名は一般に各社の登録商標である。  
本書では®やTMは省略している。

注2) 本書で紹介しているURLは2026年1月現在のものである。

# 目 次

## 1 章 電気伝導から考える金属・絶縁体・半導体

1.1 半 導 体 と は	1
1.1.1 半導体デバイスの種類と特徴	1
1.1.2 半導体デバイス関連の学問分野	2
1.2 半導体材料の種類と特徴	4
1.2.1 元素半導体とオクテット則	4
1.2.2 化合物半導体	5
1.2.3 そのほかの半導体材料	6
1.3 電気伝導の基礎	6
1.3.1 オームの法則と導電率	7
1.3.2 金属・絶縁体・半導体の違い	8
1.3.3 物質中の電気伝導と量子論	9
1.4 半導体の非線形な電気伝導	11
1.4.1 ダイオード	11
1.4.2 トランジスタ	13
1.5 ま と め	14
コラム 抵抗測定の方法	15

## 2 章 半導体物理の基礎—量子力学と統計力学—

2.1 半導体デバイスのための量子力学入門	17
2.1.1 高校化学から量子論の導入	17
2.1.2 シュレディンガー方程式と量子数	20
2.1.3 電子軌道と電子の入り方	23
2.1.4 電子軌道のかたちと結合	24

2.2	半導体デバイスのための統計力学入門	30
2.2.1	はじめに～統計力学の基礎と気体モデル	30
2.2.2	量子力学と統計力学の役割と関係	31
2.2.3	量子統計の種類（フェルミ粒子とボース粒子）	32
2.2.4	固体中の電子と気体分子の類似性	32
2.2.5	統計力学と半導体物性の重要なポイント	33
2.3	ま と め	34

### 3章 結晶構造と電子状態

3.1	半導体をつくる微細な構造	35
3.1.1	結晶について	35
3.1.2	結晶の分類	36
3.1.3	逆格子の概念	39
3.1.4	ミラー指数	40
3.1.5	X線回折の基礎	41
3.1.6	X線回折による結晶評価	43
3.1.7	薄膜X線回折の高度な活用	45
3.2	半導体のバンド理論	46
3.2.1	実空間でのバンド構造	46
3.2.2	ブロッホの定理	47
3.2.3	クローニッヒ・ペニーのモデル	48
3.2.4	3次元のバンド構造とバンド図の見方	50
3.2.5	バンド構造と電子の運動	52
3.2.6	バンド構造の計算法、実験での測定法	55
3.3	ま と め	57

### 4章 キャリヤ密度と電気伝導

4.1	半導体内のキャリヤ	59
4.1.1	真性半導体：純粋な結晶におけるキャリヤ	59
4.1.2	真性半導体のキャリヤ密度	63
4.1.3	不純物半導体：キャリヤ数を制御する技術	65

4.1.4	フェルミ準位：キャリアのエネルギー指標	66
4.1.5	不純物キャリア密度の導出	66
4.1.6	フェルミ準位の算出	69
4.2	半導体内のキャリア輸送現象	72
4.2.1	ドリフト電流	72
4.2.2	電気伝導の温度依存性	74
4.2.3	拡散電流	76
4.2.4	全電流密度と連続の式	78
4.3	ま と め	80
	コラム Si のキャリア密度	81

## 5章 pn 接 合

5.1	pn 接合の形成	83
5.2	熱平衡状態の pn 接合	85
5.2.1	空乏層と空間電荷の形成	85
5.2.2	拡散電位 (ビルトインポテンシャル)	87
5.2.3	エネルギーバンド図	88
5.3	バイアス印加時の pn 接合	90
5.3.1	順方向バイアス (キャリアの注入と拡散電流)	90
5.3.2	逆方向バイアス (空乏層の拡大とドリフト電流)	91
5.3.3	バイアス印加時のエネルギーバンド図の変化	92
5.4	pn 接合の電流-電圧 (I-V) 特性	92
	・ダイオード方程式の導出	93
5.5	pn 接合の接合容量と降伏現象	95
5.5.1	接 合 容 量	95
5.5.2	降 伏 現 象	96
5.6	ま と め	98

## 6章 トランジスタの基礎—BJT と MOSFET, 異種界面—

6.1	バイポーラトランジスタ	100
-----	-------------	-----

6.1.1	構造と動作原理の概要	101
6.1.2	BJT のバンド図と動作原理	102
6.2	BJT の電流増幅作用	104
	・動作を記述する基本式	106
6.3	金属-半導体接合	108
6.3.1	整流特性を持つショットキー接合	108
6.3.2	電気を通すオーミック接合	110
6.4	MOS 電界効果トランジスタ	112
6.4.1	MOS キャパシタの構造と動作	113
6.4.2	MOSFET の構造と動作原理	116
6.4.3	MOSFET の I-V 特性	117
6.4.4	CMOS の基本構成	120
6.5	ま と め	121

## 7 章 半導体集積回路の製造プロセス

7.1	回路設計からレイアウトへ	122
7.2	CMOS インバータの製造フロー	124
7.2.1	n ウェル形成	124
7.2.2	ゲート形成 (ゲート酸化膜とポリシリコン)	126
7.2.3	ソースドレイン形成	127
7.3	シリコンウェーハと半導体製造の環境	129
7.3.1	シリコンウェーハ準備	129
7.3.2	シリコンウェーハの口径サイズ	130
7.3.3	製造工程におけるクリーン度の重要性	131
7.4	フォトリソグラフィ	133
7.4.1	パターン転写とフォトリソグラフィの歴史	133
7.4.2	フォトレジストの化学的・物理的性質	135
7.4.3	世界市場における日本のフォトレジスト	136
7.5	エッチングプロセス	137
7.5.1	ウェットエッチング	137

7.5.2	ドライエッチング	138
7.5.3	エッチング装置と主要メーカ	139
7.6	配線工程とプロセスの完了	140
7.6.1	層間絶縁膜と平坦化	140
7.6.2	金属配線の形成 (ダマシン法)	140
7.6.3	パッシベーションと最終工程	141
7.6.4	半導体製造プロセスの後工程とその重要性	141
7.7	半導体製造を支える日本の装置・材料メーカ	142
7.8	ま と め	143
	コラム 自宅ガレージで半導体 IC 製造! ?	144

## 8章 半導体開発を支えるシミュレーション技術

8.1	なぜ半導体製造でシミュレーションが必要か	146
8.2	第一原理電子状態計算	149
8.2.1	分子軌道計算 (孤立系)	149
8.2.2	第一原理電子状態計算 (周期系)	150
8.2.3	第一原理分子動力学計算 (カー・パリネロ法)	151
8.3	テクノロジーコンピュータ支援設計について	151
8.3.1	プロセスシミュレーション	151
8.3.2	デバイスシミュレーション	152
8.4	回路・システムレベルのシミュレーションについて	152
8.4.1	EDA を用いた設計フロー	153
8.4.2	主要な EDA ツールとベンダ	153
8.5	ま と め	155
	コラム DIY で半導体 IC 製造の「解放」を! ?	156

## 9章 先進半導体材料

9.1	化合物半導体	158
9.1.1	光デバイス材料	159
9.1.2	パワー半導体材料	161

9.1.3	高速デバイス材料	162
9.2	酸化物半導体	163
9.2.1	In-Ga-Zn-O <sub>x</sub> とディスプレイ技術	163
9.2.2	酸化物半導体の光デバイス応用	164
9.2.3	酸化物半導体のセンサ・触媒への応用	165
9.2.4	酸化物半導体のそのほかの応用例	165
9.3	有機半導体	167
9.3.1	有機半導体の発見	167
9.3.2	有機半導体の分子設計の可能性	167
9.3.3	有機半導体のおもな応用例	168
9.3.4	有機半導体の将来性	169
9.4	炭素（カーボン）系半導体材料	170
9.4.1	フ ラ ー レ ン	170
9.4.2	カーボンナノチューブ	172
9.4.3	ダイヤモンド	173
9.4.4	グ ラ フ ェ ン	173
9.5	2次元材料とファンデルワールスヘテロ構造	174
9.5.1	遷移金属ダイカルコゲナイド	174
9.5.2	シ リ セ ン	175
9.5.3	ファンデルワールスヘテロ構造	175
9.6	ま と め	176

## 10 章 薄膜成長技術の基礎

10.1	物理気相成長法	178
10.1.1	真空蒸着法および分子線エピタキシー法	178
10.1.2	スパッタリング法	180
10.2	化学気相成長法	181
10.2.1	CVD	182
10.2.2	原子層堆積法	182
10.3	溶液プロセス（溶液法）	183

10.4	スクリーン印刷法	186
10.5	ま と め	187
	コラム 町工場で半導体製造装置を！?	188

## 11章 各種半導体デバイス・センサ

11.1	光半導体デバイス (オプトエレクトロニクス)	190
11.1.1	受 光 素 子	191
11.1.2	発 光 素 子	195
11.2	パワー半導体デバイス	197
11.2.1	サイリスタ	198
11.2.2	絶縁ゲートバイポーラトランジスタ	199
11.2.3	次世代パワー半導体デバイス	199
11.3	半導体センサ	201
11.3.1	温 度 セ ン サ	201
11.3.2	磁気センサ (ホール素子)	202
11.3.3	メムスセンサ	202
11.4	ま と め	203
	引用・参考文献—より深く半導体デバイスを学ぶために—	204
	索 引	214

# 1 章 電気伝導から考える 金属・絶縁体・半導体

この章では半導体デバイスの例や関連分野を概観する。また抵抗率や温度特性を金属等と比較し、非線形な電気伝導と半導体の基礎的な性質を理解する。

---

## 1.1 半導体とは

---

### 1.1.1 半導体デバイスの種類と特徴

一般に半導体というと発光ダイオード (LED) や CPU, メモリなどのデバイス素子を思い浮かべる人も多いと思われる。そこで、まず半導体のデバイス素子の種類と特徴を分類しておこう<sup>1)~8), 27), 28) †</sup>。はじめに、**ディスクリート半導体**がある。**ディスクリート半導体**とは**ダイオード**や**トランジスタ**, **サイリスタ**など一素子に一つの機能となった素子である。電子工作をしたことのある人であれば思い浮かぶであろう電子部品であり、決まった仕様が標準化されている素子である。つぎに、**光半導体 (オプト半導体)**である。電気を光に、光を電気に変換する素子のことで、LED やレーザダイオード (LD), 太陽電池など光半導体としてあげられる。つぎに、**センサ半導体**がある。温度, 圧力, 磁気, 速度, 加速度など外界の物理的な情報などを検出, 電気信号に変換する素子のことをいう。必ずしも半導体だけで構成されているわけではない。つぎに、**集積回路 (IC)** が最も身近な半導体素子であろう。この中には、アナログ IC, デジタル IC, メモリ IC など、多くの種類がある。コンピュータやスマートフォンでなじみの深い CPU や GPU といった素子も IC である。

---

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献を表す。

### 1.1.2 半導体デバイス関連の学問分野

このように一般的に半導体と聞いた場合、多くが思い浮かべるのはこういった電子工作やパソコンを自作する場合によく見かける電子部品（黒い部品に金属の足の生えた）、半導体デバイス素子のことである。半導体デバイス素子をいかに利用するか、どういう回路を設計するかといった問題は、電気電子系の学科であれば電子回路、回路設計、コンピュータアーキテクチャなどの科目分野に相当する。

半導体デバイス素子は身の周りになくはない存在であるとともに、その学問分野も電気電子系に限らず、多岐にわたっている。ここでは半導体分野が電気電子工学分野だけでなく、多くの学問分野と関連していることを簡単に説明したい（図 1.1）。

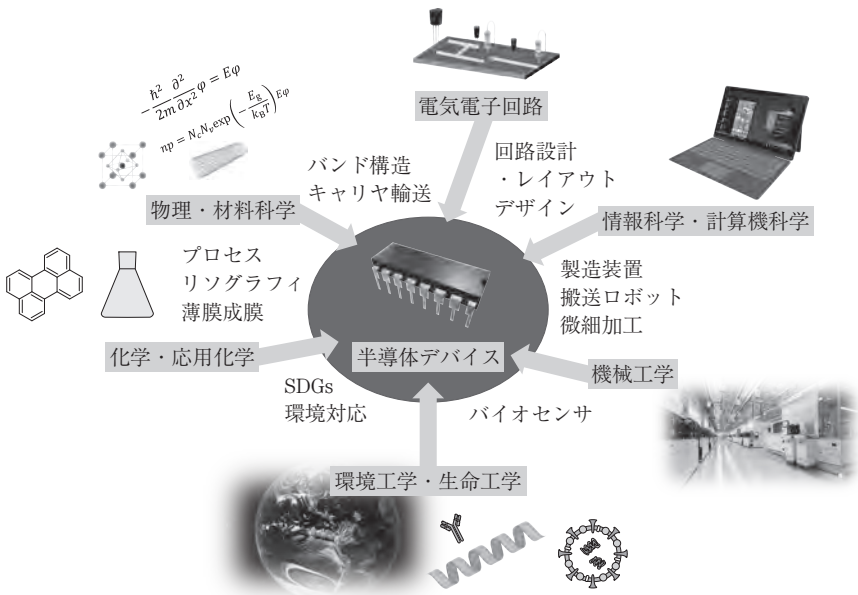


図 1.1 半導体と学問分野の相関

まず物理学・材料科学分野は本書で扱うメインの領域である。半導体材料そのものの性質を理解するための根幹となる分野といえる。中でも固体物理学

(物性物理学)は物質中の電子の振る舞いを量子力学に基づいて解明する学問で、半導体バンド構造やキャリアや輸送といった、半導体の電気的な性質の根本原理はここで扱われる。また、**結晶工学**は半導体単結晶を成長させるための技術や欠陥を制御する技術を研究する分野で、Si ウェーハ製造や化合物半導体の結晶成長などがこれにあたる。また、X線構造解析などの分野も該当する。

つぎに重要なのは**化学・応用化学**である。半導体デバイスの製造プロセスにはさまざまな化学的な手法が不可欠である。中でも**(半導体) プロセス化学・化学工学**はリソグラフィ(露光)、エッチング、成膜(薄膜形成)など、回路パターンを形成するための化学反応を扱う分野である。**高分子化学**はレジスト(感光剤)材料の開発や有機半導体の合成において重要な役割を果たす。

また、**機械工学**は半導体を製造するうえでなくてはならない分野である。半導体製造装置は非常に高度な機械制御技術を必要とする。中でも**精密工学**はウェーハの搬送ロボットや露光装置のステージなど、ナノメートル単位の精度を要求される機械の設計・製造を行うために重要である。**真空工学・流体力学**は成膜やエッチング工程では、超高真空や特定のガス流を制御する技術が不可欠な分野である。

半導体を使って大きく発展した**情報科学・計算機科学**は、それ自身だけでなく、いまでは半導体製造に欠かせない分野となっている。半導体チップの設計や、その性能を最大限に引き出すためのソフトウェア技術が関連するからである。**コンピュータアーキテクチャ**はCPUやGPUといった大規模集積回路(LSI)の内部構造や命令セット、データ処理方式などを研究する分野である。**集積回路(IC)設計**も論理回路の設計、レイアウト、シミュレーションなど、半導体デバイスを実際に形にするためのプロセスを扱うが、これらの分野は高性能な半導体の塊である大規模なワークステーションやコンピューティングなしでは成り立たない。

最後に**環境工学・生命工学**にも触れておこう。半導体技術は環境問題や医療分野への応用も進んでいる。**環境工学**は半導体製造プロセスにおける有害物質の処理、廃液・廃ガスの無害化など、環境負荷を低減する技術を扱う。持続可

能な半導体開発には重要な分野である。また、**生命工学**（バイオテクノロジー）では半導体技術を用いたバイオセンサやDNAチップ、医療用ICチップなどの開発が盛んになっている。生体情報と電気信号を変換する技術は、この分野の進展に大きく貢献することが期待されている。

## 1.2 半導体材料の種類と特徴

ここでは、半導体デバイス素子を作製するための基本的な材料のことを**半導体材料**、あるいは単に**半導体**と呼ぶ。本書の前半では、半導体材料がどのような性質（電子物性）を持っていて、その性質がどのようにデバイス素子に応用されているのかについて、詳しく理解してもらうことを目指す。

### 1.2.1 元素半導体とオクテット則

まず、**表 1.1** は周期律表で半導体に関連する領域を抜き出したものである。まずはこの表を眺めてみてほしい。ここでいうII族やIV族という原子は、最

II族	III族	IV族	V族	VI族
ベリリウム <b>Be</b> 9.01218	ホウ素 <b>B</b> 10.814	炭素 <b>C</b> 12.0106	窒素 <b>N</b> 14.0069	酸素 <b>O</b> 15.9994
マグネシウム <b>Mg</b> 24.306	アルミニウム <b>Al</b> 26.9815	ケイ素 (シリコン) <b>Si</b> 28.085	リン <b>P</b> 30.9738	硫黄 <b>S</b> 32.068
カルシウム <b>Ca</b> 40.078	ガリウム <b>Ga</b> 69.723	ゲルマニウム <b>Ge</b> 72.630	ヒ素 <b>As</b> 74.9216	セレン <b>Se</b> 78.971
ストロンチウム <b>Sr</b> 87.62	インジウム <b>In</b> 114.818	スズ <b>Sn</b> 118.710	アンチモン <b>Sb</b> 121.760	テルル <b>Te</b> 127.60

元素名（日本語）  
元素記号  
原子量

表 1.1 半導体に関する周期律表

外殻電子の数である。つまり、II族には2個、V族には5個の最外殻電子が存在する。

半導体材料には、**単体（単一の元素）**で半導体の性質を示すものがある。これらは**元素半導体**あるいは**単体半導体**と呼ばれ、その代表がシリコン（Si）やゲルマニウム（Ge）である。これらは周期律表の**IV族元素**からなるため、**IV族半導体**とも分類される。

例えば**シリコン（Si）**は最外殻に4個の電子を持つが、Si原子が互いに結びつくとき、それぞれがほかの四つの原子と電子を2個対で共有することで、自分の周りの電子数を8個にする。原子が最も安定な状態である「一番外側の電子殻（最外殻）に8個の電子を持つ」という傾向のことを**オクテット則**という。この「8個の電子」という状態は、周期表の右端に位置する希ガス（ネオンやアルゴンなど）と同じ電子配置であり、非常に化学的、エネルギー的に安定している。また、隣り合う原子同士が2個の電子を共有する**共有結合**によって、非常に安定した結晶構造が形成される。

このように、半導体材料は**オクテット則**を満たすことで安定した構造を形成し、単体ではほとんど電気を流さない絶縁体に近い性質を示すのである。この性質が、後述するドーピングなどの手法で導電率をコントロールできる理由でもある。

### 1.2.2 化合物半導体

つぎに2種類以上の元素が結びついて半導体の性質を示す**化合物半導体**について説明する。化合物半導体はガリウムリン（GaP）、窒化ガリウム（GaN）、ガリウムヒ素（GaAs）、インジウムリン（InP）などIII族とV族の元素が結びついた**III-V族半導体**がある。つぎに硫化亜鉛（ZnS）、酸化亜鉛（ZnO）、テルル化カドミウム（CdTe）などの**II-VI族半導体**がある。これらの話からもわかるように、半導体では最外殻電子を共有し、原子周りに8個の電子を共有するオクテット則にのっとって半導体を形成している。

# 索引

<b>【あ】</b>	拡散電流 77,88,91,93,99	混成軌道 25
アインシュタインの関係式 78,80	化合物半導体 5,14,158	<b>【さ】</b>
アバランシェ降伏 96	化合物半導体太陽電池 193	サーモクロミズム 164
アバランシェフォトダイオード 192	価電子帯 29,34	最大出力点 (MPP) 193
	間接遷移型 55,58	サイリスタ 198
<b>【い】</b>	<b>【き】</b>	酸化物半導体 6,14,163
イオン注入 84,124,125	逆格子 39,40	<b>【し】</b>
イオン注入法 84	逆格子空間 50	しきい値電圧 115
移動度 72,80	逆格子ベクトル 40	仕事関数 108
インクジェット法 184	逆方向バイアス 90,91,99,102,109	集積回路 1,14
	キャリア再結合 62	自由電子近似 53
<b>【う】</b>	キャリア生成 62	順方向バイアス 90,99,101,109
ウェットエッチング 137	キャリア密度 63,66	状態密度 33,68
	極端紫外線 (EUV) リソグラフィ 136	ショックレーのダイオード方程式 93,99
<b>【え】</b>	<b>【く】</b>	ショットキー障壁 108
エッチング 122,124,126	空乏層 87,91,93,98,108,112,114	ショットキー接合 108,121
エミッタ 101	グラフェン 173	真空蒸着法 178
エレクトロクロミズム 164	クローニッヒ・ペニーのモデル 48,55	真性半導体 59,62,63,70,80
エンハンスメント型 118,119	グローバルシャッタ 195	真性領域 75
<b>【お】</b>	<b>【け】</b>	<b>【す】</b>
オーミック接合 110,121	ゲート 116,122,126	垂直共振器面発光レーザ 197
<b>【か】</b>	結晶構造 20,35,46,57	スタリオン印刷法 186
カー・パリネロ法 151	結晶構造因子 44	スパッタリング法 180
カーボンナノチューブ 172	原子散乱因子 43	スピコート法 184
開放電圧 193	原子層堆積法 182	<b>【せ】</b>
化学機械研磨 129	<b>【こ】</b>	正孔 33,34,61
化学気相成長法 126,178,181	降伏現象 95,96	整流作用 94,99
拡散 76,80,98	コレクタ 101	整流特性 11,108
拡散電位 87,98		赤外線センサ 192
		接合容量 95

ゼロギャップ半導体	174	ド・プロイ波の式	18	フォトリソグラフィ技術	124
線形領域	117	ドライエッチング		不純物拡散	84
			126, 137, 138, 139	不純物半導体	65, 80
<b>【そ】</b>		トランジスタ	13, 35, 100	不純物領域	75
ソース	116, 122	ドリフト	72, 80	物理気相成長法	178
ソース-ドレイン	127	ドリフト電流	72, 88, 91, 99	フラレン	170
		ドレイン	116, 122	ブラッグの式	42
<b>【た】</b>		ドレイン電流	117	フラットバンド状態	113
第一原理計算	56			フラットバンド電圧	114
第一原理電子状態計算	149	<b>【に】</b>		ブラベ格子	37, 38
第一ブリュアンゾーン	50	二端子測定法	15	ブロッホの定理	47, 57
ダイオード	11, 35			分散関係	50, 57
タイトバインディング近似		<b>【ね】</b>		分子線エピタキシー法	
	55	ネガ型レジスト	136		178, 179
ダイヤモンド	173			分布関数	31, 33
ダイヤモンド構造	25	<b>【は】</b>		分布帰還型 (DFB) レーザ	
太陽電池	192	バーコート法	184		197
多結晶	36	バイポーラトランジスタ	100	分布反射型 (DBR) レーザ	
ダマシン法	140	薄膜	35		197
単位格子	36, 37, 57	波数空間	39	<b>【へ】</b>	
単結晶	36	発光ダイオード	195	ベース	101
短絡電流	192	パッシベーション	141	ペロブスカイト太陽電池	194
		バリガ指数	161, 200		
<b>【ち】</b>		パワー半導体	161	<b>【ほ】</b>	
直接遷移型	54, 57	パワー半導体デバイス	197	飽和領域	118
		半導体レーザ	196	ポーアの量子条件	19
<b>【つ】</b>		バンドギャップ		ポーア半径	20
ツェナー降伏	96		29, 34, 46, 57, 80	ポーア模型	17
ツェナーダイオード	97	バンド構造	20, 33, 46, 50	ポーア分布関数	32
				ポーア粒子	32
<b>【て】</b>		<b>【ひ】</b>		ホール	33, 34, 61
低角入射 X 線回折	45	非晶質	36	ポジ型レジスト	135
ディスクリット半導体	1, 14			<b>【み】</b>	
出払い領域	75	<b>【ふ】</b>		ミラー指数	40
デプレッション型	118, 119	フィルファクター (FF)	193	ミラー面	41
電子回路	12	フェルミ準位	66, 69		
電子サイクロトロン共鳴		フェルミ・ディラック分布		<b>【ゆ】</b>	
(ECR) プラズマ方式	138		68	有機 EL	168
電子状態	35	フェルミ分布関数	32, 34, 80	有機トランジスタ	169
伝導帯	29, 34	フェルミ粒子	32	有機薄膜太陽電池	169
		フォトダイオード	191, 192	有機半導体	6, 14, 167
<b>【と】</b>		フォトリソグラフィ			
凍結領域	76		122, 124, 126, 133		

有機無機複合ペロブスカイ  
ト材料 169  
有効質量 33,53,57,73  
誘導結合プラズマ (ICP)  
方式 138

**【よ】**

容量結合プラズマ (CCP)  
方式 138  
四端子測定法 15

**【ら】**

ラウエの回折条件 42

**【り】**

リユードバリエネルギー 22

**【れ】**

レナード-ジョーンズ  
・ポテンシャル 28

**【ろ】**

ロッキングカーブ測定 45

**【わ】**

ワイドバンドギャップ  
(WBG) 半導体 61,161

**【A】**

ALD 182

**【C】**

CCD 194  
CCP 139  
CIGS 系太陽電池 194  
CMOS 194  
CMP 129  
CVD 126,178,181

**【E】**

ECR 139  
EDA ツール 153,154

**【F】**

Fin 型電界効果トランジスタ  
(FinFET) 152

**【G】**

gate-all-around (GAA)  
構造 152

**【I】**

IC 1,14  
ICCD 194  
ICP 139

**【L】**

LED 195  
LSI 153

**【M】**

MEMS 202  
MOS 電界効果トランジスタ  
(MOSFET) 112,113,116

**【N】**

n 形半導体 65,70

**【P】**

pn 接合 83,90,92  
PVD 178  
p 形半導体 65,71

**【T】**

TCAD 151

**【X】**

X 線回折 46  
X 線反射率測定 (XRR) 46

**【その他】**

II-VI 族半導体 5  
III-V 族半導体 5  
IV 族半導体 5

## — 著 者 略 歴 —

2004年 大阪市立大学理学部物質科学科卒業  
2006年 東北大学大学院理学研究科博士前期課程修了（物理学専攻）  
2007年 和歌山県工業技術センター勤務  
2008年 （独立行政法人）物質・材料研究機構 半導体材料研究センター（MANA）研究技術員  
2010～ 日本学術振興会特別研究員  
2012年  
2011年 筑波大学大学院数理工学物質科学研究科博士後期課程修了（物性・分子工学専攻），博士（工学）  
2011年 ローレンスバークレー国立研究所（アメリカ）外来研究員  
2012年 名古屋工業大学助教  
2014年 東北大学多元物質科学研究所助教  
2018年 早稲田大学講師  
2019年 舞鶴工業高等専門学校准教授  
2021年 大阪工業大学特任准教授  
2024年 大阪工業大学准教授  
現在に至る

## 半導体デバイス基礎の基礎

Introduction to Fundamentals of Semiconductor Device

© Nobuya Hiroshiba 2026

2026年4月30日 初版第1刷発行



検印省略

著 者	ひろ しば のぶ や 廣 芝 伸 哉
発 行 者	株式会社 コロナ社
代 表 者	牛 来 真 也
印 刷 所	壮光舎印刷株式会社
製 本 所	株式会社 グリー ン

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発 行 所 株式会社 コ ロ ナ 社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01502-7 C3055 Printed in Japan

(森岡)



©COPY < 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。