

まえがき

筆者は20年前にコロナ社から「半導体デバイス-動作原理に基づいて-」を出版した。当時はシリコンが主たる半導体材料であり内容もシリコンデバイスが中心であった。それ以降、様々な無機・有機材料が出現し、研究開発がなされてきた。本書はそれらの材料が如何に半導体デバイスに応用されたかを学術的、かつ、平易に説明することが目的である。さて、半導体デバイスの研究・開発を行う場合、その材料的研究も重要になる。材料とデバイスは車の両輪であり、デバイス動作と材料をつなぐものが物性である。半導体デバイスを学ぶ場合にも同じことであり、その意味から、本書のタイトルは「半導体材料」を入れ、「半導体材料・デバイス工学」とした。また、デバイスも電界効果型トランジスタ、メモリに設定した。これらデバイス動作を理解する場合、固体物理、量子力学、電磁気学の知識が必要であり、特にデバイス動作を理解する上で重要と思われるいくつかの事象を第1編に記述した。前著には含まなかった結晶構造、逆格子を第1編に入れた。これらは半導体を理解する上で必須と考えられ、また筆者の教育経験から学生は理解に戸惑っている印象があったので詳細に説明した。第1編と、第2編の元素半導体の項で、半導体工学の内容は記載した。他の半導体材料としては、化合物半導体、炭素系薄膜材料、有機薄膜材料を取り上げた。化合物半導体は、特に近年進捗が著しいパワートランジスタとその薄膜材料、炭素系材料は、カーボンナノチューブと相対論的挙動で注目を浴びるグラフェンとそれらを応用したトランジスタ、および有機材料はペンタセン薄膜とDNA薄膜、およびそれらの応用であるトランジスタを取り上げた。また、磁性材料に関しては本書のテーマから乖離するように思われるかもしれないが、近年、巨大磁気抵抗効果、トンネル磁気抵抗効果という興味深い現象が発見されており、それを応用したMRAM、さらには、スピン流を応用したトランジスタは今後の半導体デバイスにも大いに影響があるものと考え取り上げた。また、本書のストーリーの流れから若干ずれる内容であるが、

重要と思われるものは、one point として説明した。なお、図面は著者が原図を基に作製したものがほとんどであるが、その出展は明示したので、より正確なデータを知りたい場合はそれらの論文を参考にして頂きたい。

本書の対象は大学、高専の専門科目を勉強し始めた学生、大学院で半導体を研究し始めた学生、さらには、企業の技術者・研究者にも読んで頂けるよう、配慮した。

本書の内容は、著者自身が浅学非才のためまだまだ不十分の箇所が多々あると思うが、今後読者からのご批判・ご叱責を賜りたい次第である。本書を執筆するにあたり、第1編、第2編に集録した引用文献に負うところが多く、これらの著者に深く感謝する。本学院生の吉田一輝君にはDNAの一部図面を作製頂き感謝する。また、本書執筆期間、日常生活をサポートしてくれた妻きよみに感謝する。最後に、本書を執筆する機会を与えて頂いた、株式会社内田老鶴圃代表取締役社長の内田学氏には紙面を借りて厚く御礼申し上げる次第である。

令和元年12月

松尾 直人