



半導体特集号に寄せて

Foreword

犬石 嘉雄 Prof. Dr. Yoshio Inuishi

大阪大学工学部教授

石器、青銅、鉄器時代と並べてみればわかるように、人類文明の進歩は材料を使いこなす技術の進歩によってもたらされたものである。

最近の物質科学・技術の発展につれて、主体は天然材料から合成材料へと移り、今や“鉄鋼とプラスチックとシリコンの時代”とも言われている。わけても1949年ベル電話研究所のショックレー博士らによって発明・開発されたトランジスタを中心とする半導体素子は、エレクトロニクスの世界に革命的变化をもたらした。

日本の産業界は世界に先がけてその将来性に注目し、ラジオとして工業的応用をはかると共に研究・開発に人材と資金を投入し、今や半導体産業は自動車産業と並んで国際的競争力のある我が国の代表的産業にまで成長している。幸運にも半導体素子材料が初期のゲルマニウムからシリコンに移行し、“無資源”国の日本でも資源は無尽蔵といえる。

さて、世界的にみて半導体工学がわずか30年間に史上未曾有の急速な発展をとげた原動力は、秀れた理論物理学者でもあったショックレー博士の透徹した哲学と指導方針に負うところが多い。すなわち、(i)常に物性論的な基礎研究の上に立って新しい“材料=素子”を開発する分子設計的工学の方法論を確立したこと、(ii)物性論を共通の言葉として電気、機械、冶金、物理、化学などの技術者が、真の学際的協力によって材料から素子まで一貫して開発にあたる新しい工業のパターンを樹立したこと、(iii)在来の非晶質、多晶質を捨てて単結晶シリコンを採用したため、再現性よく分子設計ができるようになったことなどである。

素子（デバイス）工学の主な目的は、社会のニーズで決まる入力 I を出力 O に変換する $O = T \cdot I$ を満たす機能 T を、種々の社会的経済的制約の下で設計、製作することである。昔の電子工学はまず、回路理論によって T を部品（L, C, R や能動素子）に分解し、既製部品のうちから最も要求に近いものを集めて T を実現するという“現象論的工学”の方法であった。この方法は、最近の宇宙・原子力、大形計算機などの先端分野では、部品に対する要求が苛酷になる一方で適用し難くなっている。幸い物質科学の進歩によって、物質の諸性質を原子・分子の立場から理論的に理解し、予言できるようになった。すなわち、今や適当な原子・分子を適当に配列することによって、所望の機能 T をもつ材料=デバイスを創造できる“分子設計”または“物性工学”の時代にさしかかっており、ショックレーの半導体工学こそまさにその先駆者的業績といえる。最近のイオン注入や分子線エピタ

キシ（MBE）などもこの思想の線上にあり、この傾向は将来ますます強くなろうとしている。

しかし、現実には今日のシリコン半導体工学の基本原理は依然としてショックレーの発見した“少数キャリア注入”と“電界効果”であり、最近の急激な進歩は主として微細加工、表面安定化、結晶成長などの製造技術の進歩によってもたらされたものである。たとえば、大形計算機を対象とした大規模集積回路（LSI）の集積度は超LSIへと増大の一途をたどり、ますます複雑な機能がコンパクトに低価格で実現できるようになった。このためLSIの応用は、電卓、液晶時計や自動車エレクトロニクスから大形計算機まで“量的”に拡大し、今や日常生活の“質”をも変えようとしている。周知のように、日米間ではそれぞれの大形計算機産業の将来をかけた激しい超LSI開発競争が行われており、サブミクロン加工、高速化などが緊急課題になっている。

一方、半導体素子とあまり関係のなかった電力工学の分野もシリコン、サイリスタなどのパワー半導体素子の登場によってその様相が大きく変わり、直流送電、磁気浮上列車から小形電動機や家庭照明の制御に至るまで電動力の複雑な制御が可能になり、“パワーエレクトロニクス”なる言葉さえ産まれている。今後、エネルギーのインテリジェンス機能としてのパワーエレクトロニクスの急伸が期待される。

さて、我が国の最大課題であるエネルギー問題の一解決法として、クリーンで無尽蔵な太陽エネルギーを利用したシリコン太陽電池が注目されている。ただ、従来のpn接合太陽電池は家庭用としてはコスト高のため、プラズマCVD法などで作った水素化（ふっ素化）アモルファスシリコン膜太陽電池が低コストの点で将来性があり、内外で盛んに開発が行われている。

さらにヘテロ接合ガリウムひ素半導体レーザと、低伝送損失ガラスファイバの開発によって、光（フォトン）を従来の電子の代わりに情報媒体に使うオプトエレクトロニクスの分野が、都市間電話などへの応用をめぐって急激に実用化しようとしている。

以上述べたように、半導体工学の分野はまさに百花繚乱の状態で成熟期を迎えようとしており、我が国のこの分野における地位も高い。

しかし今後の真に創造的な半導体技術を育てるには、我が国の基礎研究と我が国の開発研究が直接間断のない対話をする以外に道はないところに追いこまれており、真の産学協同体制の確立が強く望まれる。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。