

特集に寄せて

パワー半導体 ——材料科学とパワーエレクトロニク スの架け橋——

Power Semiconductors—
A Bridge between Material Science and Power Electronics

木本 恒暢 KIMOTO, Tsunenobu

京都大学 大学院 工学研究科 教授
博士 (工学)



エレクトロニクス分野において中核的な機能を果たす半導体デバイスの進展は目覚ましく、さらなる高性能化、高機能化を目指して新しい半導体材料の導入が進められている。近年、クリーンエネルギーの効率的生成とエネルギー利用効率の向上が強く望まれ、太陽電池や電力用半導体素子の革新に寄せられる期待が大きい。筆者は、企業における研究開発を数年経験した後、大学に戻り、SiC（炭化けい素）の研究に取り組んで25年が経過した。今でこそ、SiCは高耐圧・低損失・高速の次世代パワー半導体として注目されているが、25年前は大学における学術的好奇心に頼る研究にすぎなかった。材料の研究開発には長い時間とリソースの投入が必要である。執念ともいえる研究者、技術者の長年の努力が10年後に開花することも多い。

研究開発および技術開発は、常に未知への挑戦であり、心が熱くなる仕事である。特に新しい材料開拓の要素があると、誰にでも先端を走るチャンスがある。このような新材料とデバイスに関する研究および技術開発で思うところをいくつか述べたい。

(1) 現象の背景にある学理に踏み込んだ者に勝機が訪れる
 どのような泥臭い技術開発にも、必ず学理がある。筆者は最初、硬いSiC結晶の手動研磨の技を磨いたが、そこにはせん断応力による転位導入という材料科学があった。酸化膜/SiC界面の窒化を行う場合、 N_2O ガスを用いる場合とNOガスを用いる場合で異なる結果が得られる理由も気相反応の化学平衡に起源があった。新しい材料を開発する場合、熱膨張と熱応力、塑性変形と転位論、固体物理と電子物性論、化学反応論などの学理を見いだしてほしい。そこに必ず突破口のヒントがある。

(2) いつもと違うサインを見逃さない

先端的な研究開発の現場では日常のことで、たとえルーティン的な仕事をしていても、装置・試料の不具合や人的要因により当初に予定していなかった実験となることがある。そのときの結果に好奇心を持って臨むべきである。仕事の効率だけを追い求めてはいけぬ。科学技術の長い歴史を見てもマイルストーンとなるような発見の多くは、緻密な計算と考察により（計画通りに）達成されたとは言え

ない。むしろ、偶然とも言える現象を見逃さなかったことで発見につながったことが少なくない。筆者のグループでも、浅学な筆者の計画した研究では平凡な結果が多く、好奇心に満ちた学生が現場で異常を発見し、それを大発見につながった例が多い。

(3) 常識にとらわれずに挑戦する勇氣を持つ

その分野における技術開発の歴史の長短にかかわらず、“常識”や“標準”が存在する。そこに、自分が十分納得できる学理があるか。(1)とも関連するが、物理や化学に裏打ちされた確固たる学理の体系化がない場合は、突破口のチャンスと考えたい。過去に、現在とは異なる制約条件の中で“最適化”された事実が“標準”として横行していることは多い。勇氣を持って自分の考える解決策を提案し、実行してほしい。

(4) 自分の専門分野や業務内容に閉じこもらない

材料の合成や成長をテーマとしている人も、最終的なデバイスや回路動作を学び、その材料に求められる特性を把握するべきである。逆に、デバイス作製や回路設計をテーマとしている人も、用いる材料の特徴や、その材料特有の問題点を把握しておくことが望まれる。材料屋、デバイス屋、回路屋の垣根を越えた問題点の議論は必ず前進の駆動力を与える。

少々脱線したが、パワー半導体の研究は、材料科学、半導体工学、デバイス物理、電気電子回路、電力工学などさまざまな学問を横断する学際分野を提供している。これを支える技術も多岐にわたり、日進月歩の様相を呈している。今世紀、パワーエレクトロニクスとそのキーデバイスとなるパワー半導体の研究開発は、産業的にも社会的にも重要性を増すばかりである。幸い、わが国は当該分野で強い産業競争力を発揮しており、今後もその先導的立場を維持することが強く期待されている。当該分野に携わる方々は、強い自負と使命感を持ってほしい。10年後、20年後の社会を創るのは、現在、研究や技術開発の現場で汗を流している方々である。研究および技術開発の醍醐味を楽しみながら、材料科学とパワーエレクトロニクスの間に強固な架け橋をかける人が一人でも多く現れることを期待したい。



*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。