

ロームにおけるSiCパワーデバイスの研究開発

ローム株式会社 研究員（平成14年卒） 三浦 峰 生

1. はじめに

先進国を中心とした科学技術、産業の発展で人々の生活レベルは大きく進歩してきた一方で、この数十年の地球環境は過去にないほどの急速なペースで大きく変化してしまったといわれています。近年では発展途上国の急速な経済発展も後押しし、エネルギー消費量は著しく増加、これらの結果地球温暖化とエネルギーの問題は身をもって肌で感じられるほどになってきました。原油価格の高騰、食料危機、異常気象などわれわれの生活に身近な問題としてニュースで取り上げられる機会が増えてきたように思えます。

エネルギー問題や地球温暖化はもはや目を背けることのできない、まさにわれわれ人類が全力で早急に取り組まねばならない共通の課題になってきました。電気系教室で勉強をされている学生の皆さんが、将来このような問題に貢献できる方法はたくさん存在するはずです。その一例として、現在私たちが取り組んでいるシリコンカーバイド（SiC・炭化珪素）を利用したパワーデバイスの研究開発に関してご紹介します。

2. 電力エネルギーの有効利用に向けて

エネルギーの電力化の傾向は、その使いやすさやCO₂排出量削減の見方からも、一層その割合を高めていくと考えられています。ハイブリッド自動車、燃料電池車の登場などにより具体的になってきましたが、自動車分野でも明確に電動化の方向へ向かっていることはご存知のとおりでしょう。このような状況の中で、電力エネルギーの浪費を減らすことは世界に大きく貢献できる技術であるといえます。われわれが現在開発に取り組んでいるSiCを利用したパワーデバイス（数百V以上、数A以上のダイオードやトランジスタ）は、電力エネルギーの変換・制御を行うインバータ、コンバータなどにおける電力損失を大幅に削減し、効率を高められるキーテクノロジーとして注目を集めています。

発電所や自動車、鉄道、産業機器、家電などさまざまな分野で、供給された電力はその形を一旦変換（直流⇄交流など）され、使いやすく制御されたのち製品に供給されています。この変換過程では電力をなるべく損失しないことが望まれます。現在このようなパワーエレクトロニクスを支えているのはSiで作製された、一般にパワーデバイスと呼ばれる半導体部品ですが、そのデバイス特性（オン状態での抵抗、スイッチング速度、高温動作など）はもはや材料物性で決まる理論限界に直面しており、これ以上の飛躍的な改善は見込めない状況にあります。SiCは絶縁破壊電界がSiの10倍、バンドギャップがSiの3倍などパワーデバイス応用に向けた材料物性をもつため、高耐圧デバイスを作製するとSiデバイスの限界をはるかに超えるような低損失化や高温動作が実現できるといわれています。普及したときの省エネ効果は日本全体で年間原子力発電所4基分にもなると試算されています。

3. SiC-MOSFETの研究開発

パワーデバイス応用でのSiC材料の持つポテンシャルの高さは早くから認識されていた一方で、実際にSiCでパワーMOSFETを作製してみると理論的な特性から大きくはずれた特性しか得られない状況が長く続き、世の中の見方は「まだ研究レベル」というのがSiCデバイスの実情でした。私が学生の時代も多く課題（ウェハに結晶欠陥が多い、MOSFET特性が悪い、歩留まりが低い、プロセス温度が高温であるなど）に囲まれた状態で、行き詰った感じを多くの研究者がもっていたのではと思います。そのような状況の中でわれわれも開発をスタートさせましたが、将来環境に貢献できるテーマであることには意義を感じられ、このことがいつも課題を乗り越えるための支えになります。

半導体デバイスの研究開発では半導体のことはもちろん、材料・物性、プロセス、シミュレーション、さらにアプリケーションのことまで考えると電気回路や測定など本当に多くの知識や技術を必要とします。新しいアイデアを出すのにLSIや光デバイスなど、他の研究テーマの技術者からヒントを得たりすることも多々あります。また、ロームでの研究開発は、大学との連携、顧客との連携を強めることで開発を加速していくという方針が進められています。つまり、一口に半導体といっても、社内外のいろいろな分野の出身の技術者が集まってひとつの商品を生み出しているのです。実際にSiC-MOSFETの開発ではサブミクロンの微細加工技術や、量産工場の製造・管理技術、装置メーカーと連携した装置開発、分析・解析技術などさまざまな連携と後押しをもらいながら開発をしてきました。このようにして開発競争に先行できるような技術を蓄え、現在世界初の製品化を目指しているところです（まだまだ克服すべき点は多いですが）。

4. 企業における研究開発

企業における研究開発では基礎技術段階でとどまっていたのでは駄目で、製品として完成させ、量産して世の中に普及させることが目的であることは言うまでもありません。その様な背景の中で、企業研究の魅力は、ユーザーが開発したデバイスを実際に手にとってもらって、使っていただいて「これはすごい」と言ってもらえることだと思います。実際SiC-MOSFETの試作品をはじめユーザーに評価していただき、生の声（良いところも悪いところも）をいただいたときは自分のやっていることに意味を見出せた瞬間でした。

将来地球環境に貢献できること、それからユーザーの声から得られる喜びは困難な課題にチャレンジしていく上で大きな励みになります。現在学生の皆さんも、ぜひこうした喜びを研究成果で、そして企業人となった後は世の中に普及させるという大きな目的の中で味わってってください。貴重な在学中の時間に多くのことを学び取ってほしいと思います。