

## 次世代パワー半導体と平坦化



博士(工学) 佐野 泰久

大阪大学大学院工学研究科 准教授

日本の半導体産業は衰退産業、のような言われ方をするようになって久しい。確かにDRAMにおいて日本はかつての世界シェアを失ったが、フラッシュメモリやイメージセンサー、発光ダイオード等、日本企業がかなりの世界シェアを有する半導体産業もまだまだ健在である。インバータに代表される電力変換装置等に用いられ、エネルギーを無駄なく利用するために不可欠な半導体、パワー半導体もそのような半導体の一つである。特に近年、ハイブリッドカーや電気自動車、燃料電池自動車等、モーター駆動型自動車の普及が期待されており、車載用インバータの高性能化が望まれている。現在、パワー半導体の主力材料はシリコン(Si)であるが、Siより低損失・高速・高温動作が可能な、炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)といったワイドバンドギャップ半導体が次世代パワー半導体材料として注目されている。

SiCやGaNは昇華性のためSiのように融液成長が困難で、高品質な単結晶を作ることが難しい。硬くて脆いため、高能率かつ高品位な加工が困難である。さらに、デバイス造りも一筋縄ではいかない、等々、多くの課題を有しているが、数々の国家プロジェクトの後押しもあり、着々と実用化への道を歩んでいる。日本だけではない。今年の1月、米国ノースカロライナ州に高性能半導体デバイスの研究開発・製造拠点を設ける旨、発表があった。オバマ大統領自身が「wide band gap semiconductor」という専門用語を演説中3度も口にしたことが、日本の研究者の間で話題になった。

実用化への課題の一つはデバイスのコストと信頼性である。基板自身の価格が高いことに加え、品質が向上してきたとはいえ、まだまだSiに比べると多くの結晶欠陥が存在している。歩留まりと信頼性の観点から、デバイス動作に悪影響を与える結晶欠陥の種類を同定し、その欠陥を低減させるための検討が行われている。

私の属する研究室では、新しい原理に基づく高能率無歪加工や無歪平坦化技術等の研究開発を行っている。数年前、SiCやGaNの基板表面を原子レベルで平坦化することで、その表面に形成したショットキーバリアダイオード(SBD)の特性ばらつきが改善することを実証し、平坦化の効果を示した。3年前のSiC及び関連材料国際会議において、トヨタグループより大変興味深い研究発表があった。ある種の結晶欠陥(貫通転位)が存在することによって、デバイスプロセス中にナノピットと称するナノメートルサイズの窪みが表面に生じ、そのナノピットの存在がSBDの性能を悪化させる、というもので、ナノピットを平坦化すれば貫通転位があってもデバイス性能に影響しない、という実験結果が示された。貫通転位それ自身ではなく、それによって形成される表面微小形状が、直接的なデバイス性能悪化の原因の一つであることを示したエポックメイキングな発表であった。もちろん、どんな種類の結晶欠陥が存在しても平坦化してしまえばデバイス特性上問題無い、ということにはならないが、真の、結晶欠陥とデバイス特性悪化の相関関係を理解するためには、少なくともプロセス中に平坦化を行

い微小形状の影響を無くした状態でデバイス特性を評価することが必須であると考えられる。

私の言いたかったことは、次世代パワー半導体におい

ても、デバイスプロセス中の平坦化プロセスは極めて重要な工程になるのではないか、ということである。いよいよ、次世代パワー半導体向けドライイン／ドライアウト平坦化装置の出番ではないだろうか。

