

2021/9/30

産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会  
産業構造転換分野ワーキンググループ 御中

京都大学大学院工学研究科・教授 木本 恒暢

「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに関する  
研究開発・社会実装計画(案)に対するコメント

「(1)次世代グリーンパワー半導体の開発」の背景や日本の位置づけについては、要点を的確に整理いただいております。特に、我が国の半導体産業の全体像、パワー半導体の重要性と今後の展望、Si および次世代パワー半導体の市場や主要企業のシェアなど、信頼できるデータを活用しながら現在の研究開発課題を適切に列挙されています。設定されている研究開発課題や目標について、概ね賛同しますが、いくつか気の付いた点を記させていただきます。

200 mm 径の SiC ウェハを用いたエピタキシャル成長やデバイスプロセスの確立には、専用の装置開発がカギを握ると予想されます。この装置開発は日本が強い分野でもあり、デバイスメーカーだけでなく、装置メーカーへの支援も積極的にお考えいただくとよいと考えます。

SiC パワー半導体に関しては、上記の 200 mm ウェハプロセスの確立に加えて、(1) 国内における安定なウェハ供給、(2) 酸化膜/SiC 界面の高品質化、(3) 信頼性評価や寿命予測の標準化、および (4) 高電力密度・高速スイッチングを可能とする実装技術が重要な研究課題です。

上記 (1) 国内の SiC ウェハメーカーの育成に関しては、低コスト化が最重要であり、概要説明に記載されている「欠陥密度1桁以上の削減」は副次的目標でよいと考えます。現在、出回っているウェハの欠陥密度でも十分な性能と信頼性を達成できているからです(電気自動車や新幹線への搭載実績が物語っています)。むしろ問題は、このような良品ウェハの生産歩留まりが悪く、かつ結晶育成にコストと時間がかかることが問題です。これらを根本的に解決できる可能性が高いのは、昇華法の改良あるいはガス法の進展であろうと考えます。また、言うまでもなく、育成した SiC インゴットからウェハに加工する工程も高コストの一因ですので、加工技術も重要な研究開発課題になります。

(2) の酸化膜/SiC 界面の高品質化については、企業と大学(実験研究と理論研究)の連携が必須です。この分野で我が国は世界をリードしており、本プロジェクトにより一気に加速していただきたいと考えます。

(3) の信頼性評価や寿命予測の標準化は、一企業では成しえない課題であり、国の支援が必要と考えます。ウェハの欠陥低減だけでなく、デバイス構造や駆動方法の工夫により素子劣化を回避できる可能性があり、チームで多角的に取り組む課題になると思います。

(4) 高電力密度・高速スイッチングを可能とする実装技術は、SiC デバイスに限らず、GaN 等でも共通の研究開発課題となります。普遍性のある研究開発を進め、我が国が実装技術の標準を確立するようなプロジェクトになることを期待します。

一方で、次世代パワー半導体が進展しても、Si IGBT は不滅です。300 mm ウェハでのキャリア寿命制御と応力制御、および注入キャリア分布を工夫することによる “Nakagawa limit” への挑戦など、依然として重要な研究開発項目が存在します。

GaN HEMT on Si は、Si や SiC が到達できない性能を発揮でき、特に比較的小容量、高速スイッチングの分野で大本命になると予想されます(市場も大きい)。ただ、この分野は欧米の企業が強く、日本勢の巻き返しが課題と言えます。

プロジェクト推進後のプロジェクト評価において、達成目標を設定し、それをクリアするかどうかは国プロの基本であることは十分理解しますが、世界の動きは中国も含めて急激な展開を示しつつあります。プロジェクト評価の際には、当初の計画通りか、当初の目標の達成度はどうか、という視点に拘り過ぎないことが大切と考えます。国際水準での当該技術、成果のベンチマークを公平に行い、世界における位置づけ(世界のトップグループの一つと言えるか)が重要な視点ではないかと考えます。

以上