

半導体製造グリーン化に向けた学術的課題： 大量電力消費型産業からの脱却へ

Academic Challenges for Green Semiconductor Manufacturing: The Moving Away from Massive Power Consumption Industries

名大低温プラズマ¹ ○堀 勝¹

Nagoya Univ.¹ ○Masaru Hori¹

E-mail: hori@nuce.nagoya-u.ac.jp

我が国は、2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を目指すことを宣言し、2030年度の新たな温室効果ガス排出削減目標として、2013年度比に対して46-50%削減することを目指すこととした。10月には第6次エネルギー基本計画が制定された。これにともない、法の制定や改正が続いており、2050年にカーボンニュートラルを実現できていない企業は事業が認められないことになる。このような流れの中で、大規模集積回路を俯瞰すると、1965年に提唱されたムーアの法則に則り、微細化による低省費電力デバイスの開発と集積化が進展し、現在では、多様な新材料や新トランジスタ構造を導入した3次元化による高集積化が進められている。世界中で、電力効率の高い超微細な半導体デバイスを導入することで、脱炭素に繋がる製品の開発に拍車がかかっており、これらのデバイスは、グリーン化に大きく貢献することが期待できる。

一方で、デバイスの超低消費電力化に対して、デバイス製造の省エネルギー化が大きな課題としてクローズアップしてきた。ムーアの法則において、製造プロセスの省エネルギー化は重要な因子として考慮されてこなかったが、カーボンフインガープリントなどの定量的指標が義務つけられると、デバイスが完成するまでに放出した二酸化炭素量が可視化され、製造プロセスのみならず、製造装置やそのサプライチェーンも含めたカーボンニュートラルへの取り組みが必要不可欠となる。例えば、大規模な半導体工場における使用電力は、某県の全民生用電力に匹敵するほどまで増加している。将来、半導体工場は、省エネルギー化の規制を強く受けることになる。

現状の半導体製造プロセスを鑑みると、製造プロセスの80%以上でプラズマが使用されており、半導体工場の稼働や半導体製造の研究開発において、プラズマからの排出エネルギーの占める割合は途轍もなく大きくなっている。加工や成膜のプラズマプロセスに膨大な電力が投入されるとともに、温暖化ガスの使用量の増大、その燃焼除害におけるエネルギーの消費に加え、依然として、最先端プラズマプロセスの研究開発は試行錯誤的に行われている。最適な1条件を見出すために、数千回の試行が行われており、投入されるエネルギー、資源、労力の浪費は膨大であり、「プロセス破綻」が生じるのは、時間の問題である。今こそ、試行錯誤的なプロセス開発からグリーン化に向けての様々な変革に起こすべく、アカデミアと産業界との協創が必要である。

本講演では、2050年のカーボンニュートラルを見据え、半導体製造のグリーン化に向けた学術的課題に焦点を当て、大量電力消費型産業からの脱却に向けて、プロセスサイエンスの確立が急務であり、その重要性について述べる。