

**第十九回 どうかわるプラズマエッチング？**

～これまでの30年これからの30年～

**伊澤 勝 (株式会社日立ハイテク)**

2023年4月8日(土) 9:00～

モデレータ 関根 誠

**概要**

1970年代に垂直微細加工技術であるプラズマエッチングが細川らにより発明されてから現在まで半導体は大きく発展してきた。2050年を予想すると、ムーアの法則にしたがえばトランジスタの数は1970年と比べ240,000倍に増え、コンピュータ演算能力では1990年代と比べると約 $10^9$ 倍に高速化されることになる。ご講演では、半導体製造を支えてきたプラズマエッチングのこれまでの歴史と今後を、約30年プラズマプロセスに携わってきた経験と多くの知識からロジックデバイスのトレンドと先端ロジックのエッチング課題を読み解きご紹介いただいた。

ロジックデバイス技術のトレンドとして、プロセス技術を駆使して微細化せずにロジックセルを縮小していくDTCO(Design Technology Co-Optimization)が進められており、近年ではGAA FET(Gate All Around)が市場に出始めた。このロジックデバイスのトレンドからプラズマエッチングに要求されるプロセス技術に原子層エッチングや横方向へのリセス加工が挙がってきている。

プラズマエッチングの歴史を紐解いてみると、プロセス技術は80年代後半から1990年代にかけて研究された原子層エッチングや極低温プロセス、パルス放電などがデバイス構造の変移から2000年代以降になって再脚光をあげ現在の量産装置へ応用されるようになってきた。現在はデジタル化やグリーン化が重要視されているが、2000年代頃からEES(Equipment Engineering System)といった装置状態をモニタリングしながらプロセス制御する手法やラジカルをモニタリングしながらフィードバック制御をする手法やオゾン層を破壊しないエッチングガス、低GWP(Global Warming Potential)のプロセスガスへの変更などデジタル化とグリーン化が進められてきた。これからの装置には新構造、新材料対応に加えカーボンニュートラルやAI解析といったグリーン化やデジタル化技術の導入が進むことが予想される。

上述したように現在研究されている技術は半導体デバイス構造や世界の環境への取り組みによって10～20年後に量産装置へ適用されてきた。つまり、将来導入されるデジタル化やグリーン化の技術は、将来の芽として2000年代～2020年代までに研究されたものが応用される可能性がある。デジタル化では機械学習によるオートクルージング、グリーン化ではヒートポンプ直付けによる脱PFAS(Per- and Polyfluoroalkyl Substances)を例に挙げて説明いただいた。(参考: H. Nakada, 73<sup>rd</sup> GEC BM3.002, 2020. T. Tandou *et al.*, Precision Eng. 44, 87, 2016.)

最後にこれまでの経験を踏まえ、課題解決には、現象・課題をよく観察し深掘りしていくことと基礎科学からの高精度シミュレーションによりボトムアップしていくことの両面から成る説明(解析)モデルを組み立てることで本質的な課題の理解・解決と新たな発見や行動へとつながっていくとまとめていただいた。講演後には、エッチング装置へ搭載される周辺機器の将来課題について多く質問が挙がり、本質を見抜くことができる人材の育成の重要性が議論され、本講座は終了した。(記: 堤 隆嘉)