

半導体プロセスにおける計測と制御



原 清明

Kiyoaki Hara

株式会社エステック
取締役開発本部長

株式会社堀場製作所
執行役員
半導体・科学システム統括部長
理学博士

長い間閉塞感のあった日本の半導体業界は、パソコンの他にインターネットや携帯電話の急激な普及に加え、デジタル家電や車載ICなどの目覚ましい拡がりに支えられて久しぶりに活況を呈している。一方、半導体デバイスメーカーには、DRAMのような少品種大量生産から、複数の機能をワンパッケージ化した機能性デバイスSoC (System-on-a-Chip) の少量生産まで幅広い対応が求められている。

このような動きに伴い、半導体の生産現場では、それぞれの目的に適した高度な製造装置の導入や最先端のプロセス処理技術の開発が相次いでいる。高性能で高機能なデバイスを安定に生産するためには、プロセスを高精度に計測し、リアルタイムに制御することが欠かせない。最近、半導体プロセスの計測・制御の分野で注目されているのがAEC/APC (Advanced Equipment Control/Advanced Process Control) 技術である。

ドライプロセスでは、まず、ウエハを置くサセプタ温度、ガスの圧力と流量、プラズマ発生用高周波出力などの“最適プロセス条件”，いわゆるレシピを規定する。一方、実際のプロセスでは、処理の均一性、成膜速度、エッチング速度、選択比などの“実行環境条件”がプロセスの安定性やデバイスの性能を大きく左右する。そこで、実行環境条件をリアルタイムに計測し、プロセス条件を常に最適化する技術がAEC/APCである。つまり、“プロセス条件”の正確な設定と、“ウエハ状態の計測・制御”がAEC/APCの基本である。更に、AEC/APCは、個々のプロセスの計測・制御だけでなく、すべての装置やウエハの状態に関する情報の収集・解析を含めた、トータルプロセスコントロールに関するコンセプトである。近年、半導体デバイス及び製造装置メーカーではAEC/APC導入の動きが加速している。

HORIBAグループは、半導体分野でも計測・制御の総合メーカーとして、従来の“Stand Alone”型の計測機器や“In-Line”型の流体計測・制御機器の深耕を図りつつ、APC関連技術にも対応しつつある。HORIBAグループの半導体関連の機器・装置は、今後、取り組む予定のものも一部含めると以下のような状況である。①チャンバやウエハの状態を高精度・リアルタイムに計測するキープロダクツの充実、②ウエハのプロセス仕上がり状態を計測・評価する機器の充実、③計測・モニタから得られた情報を活かす制御機器の充実。更に、④要素技術や製品のモジュール化・サブシステム化、⑤機器管理システムの構築など、お客様にとってより高い付加価値のある製品や技術の提供を目指している。

具体的には、①のカテゴリとして、静電容量型ダイアフラム真空計(CDG)や超小型残留ガス分析計(RGA)がある。また、ジョバンイボン社(JY)の分光技術を使ったプラズマ終点検出器、HORIBAのプロセスガスモニタなどがある。②には、分光エリプソメータによる多層膜解析装置やラマン分光によるシリコンウエハの応力解析装置、コンタミ成分の解析システムなどがある。③、④には圧力制御機器や、圧力変動に不感応なマスフロー・コントロールモジュール(PIMFC)、及び反応ガスモニタと制御系を含むCVD原料供給システムなどである。

HORIBAは、JY、エステック、コスなどのグループ各社に加えアライアンス関係にある会社も含めると、半導体やFPDの研究開発や生産に不可欠の計測・制御技術を多く有している。これらのシーズを結集させて、市場ニーズに合致した製品をタイムリーに提供することが計測・制御機器メーカーの責務であると考えている。技術者は、持てるシーズの事業化を成功させて、初めて技術が真の“おもしろみ”を発揮することを自覚すべきであり、これは、技術者冥利に尽きると言えよう。つまり“技術者”は“事業家”でもなければならない。それが、HORIBAの社である“おもしろおかしく”の真髄であると信じている。