

# 最先端半導体製造における

## Brooks Instrument QUANTIMの応用例

< Brooks Instrument コリオリ式流量QUANTIMの製品概要と半導体製造での応用例について >

《特集：半導体プロセスにおける最近の液体極微小計測制御技術》

ITWジャパン(株) ブロックスインスツルメント 荻尾 卓也

はじめに

Brooks Instrument社はアメリカのペンシルバニア州に設立されて以来、流量計測・制御のリーディングカンパニーとして幅広い産業を支えてきた。2013年よりアメリカFortune 500カンパニーであるIllinois Tool Works Inc.の一員となり、さらなる発展へ向けての歩みを続けている。本稿ではコリオリ式流量計QUANTIMシリーズの概要と半導体製造プロセスにおける使用例を説明する。

### 1. 近年の半導体デバイス製造の動向と液体流量制御

集積回路上のトランジスタ数は「18ヶ月 (=1.5年) ごとに倍になる」。1965年にインテル共同創業者のゴードン・ムーアが唱えたムーアの法則は、今日に至るまでこれまで何度も物理的な限界を迎えたと考えられてきたが、そのたびに技術革新によって乗り越えられてきた。

その一方でポストムーアの法則時代を模索する動きも盛んである。2次元的なスケーリングの限界を補うべく、3次元方向に回路を形成する技術が開発されている。

マイクロプロセッサデバイスでいえば、プレーナ (Planar) 型からFinFETへ、フラッシュメモリーは様々な方式の3次元デバイスが量産化へ向けた動きを見せ、DRAMはさらなる微小化に向けた開発を加速させている。

ムーアの法則の延長と新デバイスの開発、いずれにおいてもプロセス技術の革新と新材料の探求は必須である。

これまでもゲート酸化膜やメモリーセルにおける電気容量の不足、マイクロプロセッサデバイスにおけるリーク電流の問題、処理スピードの飛躍的な向上による回路遅延問題、高アスペクト化に伴う埋込みなどの諸問題の解決策がプロセス面と材料面の二つの側面から継続して行われてきている。

材料面での大きな飛躍としては、物性的限界を迎えた従来の材料 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$ ) に変わり、強誘電体材料 (High-k) の模索が本世紀初頭から始まり、近年になりようやく導入が実現化されている。

これらの新材料の多くは製造プロセスとしての取扱やすさよりもその物理特性を優先させており、製造プロセスとして確立するには数々のブレークスルーが必要とされてきた。

薄膜形成において、半導体デバイス製造の初期段階においては比較的扱いやすい気体ソースが主に用いられていたが、近年の材料技術の革新において液体ソースを気化したソース材料を用いることが多くなってきた。

当然ながらそれらを取り扱う供給システムにも同様の技術革新が要求され、液体ソースの精密流量制御が必須の項目となってきている。コリオリ式流量計QUANTIMシリーズは最先端半導体デバイスのクリティカルなプロセスにおいて液体の精密流量制御に採用されている。以下、動作原理と製品概要、応用例について説明する。