

スクリーンの最新半導体洗浄装置と洗浄技術 さらなる微細化に対応する様々な新機能を搭載 生産効率・洗浄性能の向上と環境負荷の低減を実現

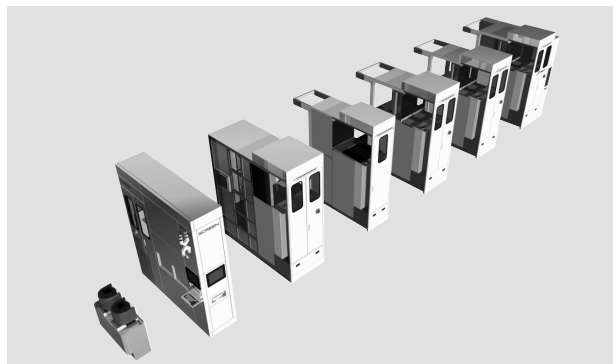
杉本憲司/大日本スクリーン製造 半導体機器カンパニー マーケティング部 副部長

現在、45nm世代のデバイス生産が本格的に立ち上がろうとしている。その中で洗浄プロセスは、①微小パーティクルを除去しつつもパターン倒壊をなくして洗浄、乾燥すること、②エッチングロス（酸化膜成長）を最小限に留めながら、レジスト剥離、洗浄を行うこと、③メタルゲート/high-kの腐食防止、low-kのk値変化を抑制して洗浄することの三つの課題が重要と考えられている。大日本スクリーン製造は、これらの課題に対して、次世代型300mm洗浄装置「FC-3100」「SU-3100」「SS-3100」の3機種をラインナップ。時代と共鳴し、次代への可能性を奏でる三重奏（TRIO）で不可能と思われた洗浄技術の限界に挑戦する。

バッチ洗浄装置の開発コンセプトと特徴

バッチ洗浄装置のFC-3100は、より信頼性を向上させるため本体を七つの独立モジュールに分割し、組み合わせるというシンプルな構造で、高速バッファモジュールと新搬送モジュールにより毎時650枚の高生産性を実現。各モジュールは標準化された独立構造で、洗浄槽2槽を1モジュールとしたコンパクトな構造となっており、組み立てから調整、検査、搬入までがスムーズに行える。

本格化する45nm量産プロセスに欠くことのできない技術として乾燥技術がある。微細パターン倒壊防止を目的とした新減圧乾燥システム「HiLPD」では、キャリアN₂なしで高濃度IPAを供給する方式で、ウォーターマークを大幅に抑制するとともに、表面張力をすばやく低下させて微細パターンの倒壊を防止している。さらに、高



▲「FC-3100」七つの独立モジュールに分割

濃度のIPAを使うことで、実際の処理時間の短縮が可能となり、生産性向上と同時にIPA使用量削減による環境負荷低減が実現できる。

枚葉洗浄装置の開発コンセプトと特徴

枚葉洗浄装置のSU-3100は、従来機と同等の大きさを保ちながら2倍の処理チャンバが搭載できるコンパクト設計となっており、高速搬送を可能にした新搬送システムの採用と併せて、生産能力は毎時300枚と大幅に向上している。プロセス処理性能では、枚葉処理装置のメリットを生かしながら、薬液のリサイクルや用途の汎用性（高温、高濃度への展開）を継承し、さらにいくつかの新しい開発要素を加えている。

半導体プロセスでは、微細回路パターン洗浄時のダメージと洗浄後の膜厚の制御が深刻になっている（図1）。パーティクル除去は行いたい、オーバーエッチングや酸化膜ロスは極力抑えたい。また、ソースドレイン領域やサイドウォールスペーサなどでは、Si酸化膜のエッチングロスの低減が求められており、アンモニア水と過酸化水素水の混合液による洗浄にも相当の制御性を保たな

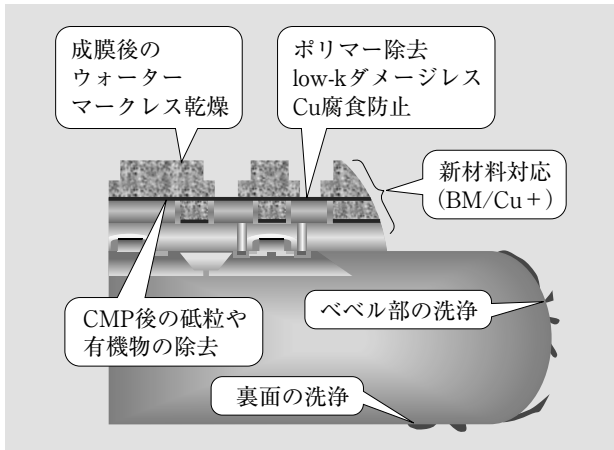


図1 配線工程の洗浄課題

いと容易に基板がエッチングされてしまう。これらに対応するべく、前述の両チャンバには新しく開発した技術であるDDI (Dynamic Direct Injection) システムを搭載している。DDIシステムは、ウェーハの表裏面が別々の条件で処理可能な、環境に配慮した省薬液ミキシングシステムである。プロセス処理の直前に薬液を反応させる方式で、高効率化と省薬液を実現させるため、薬液のミキシング時に供給薬液の圧力変動の影響を受けない新システムと、液温度を測定してフィードバック制御する液管理システムを採用している。これにより、反応液を常に安定性の高い状態に保つことが可能となり、エッチングレート、均一性、洗浄効果において最も良い状態が得られるようになった。また、プロセス処理の直前に薬液を反応させるため、あらかじめミキシングした薬液を供給する場合に比べて遥かに少ない液量で、これまで以上のSiの超清浄界面が得られるようになっている。

スクラバ装置の開発コンセプトと特徴

スクラバ装置のSS-3100は、新高速搬送システムの採用と8チャンバ搭載が可能な省スペース積層方式により、フットプリントはそのままで従来比約1.7倍の毎時300枚以上の高スループットを実現している。洗浄ツールとして、新たにベベルブラシ、Nanospray2の搭載を可能とし、ブラシ、Softsprayなどとの組み合わせにより、目的と用途に応じた幅広い洗浄対応を可能としている。

ベベルブラシは、最近注目されているベベル部の物理洗浄ツールである。実際のウェーハベベル部の付着物を図2に示す。ウェーハベベル部に付着物がある状態が

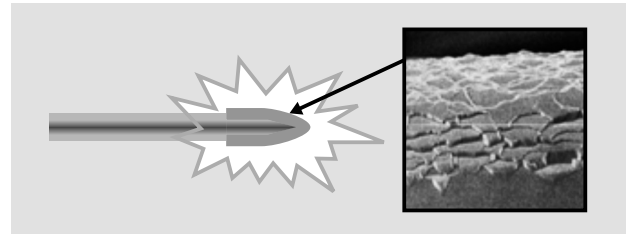


図2 実際のウェーハベベルの付着物

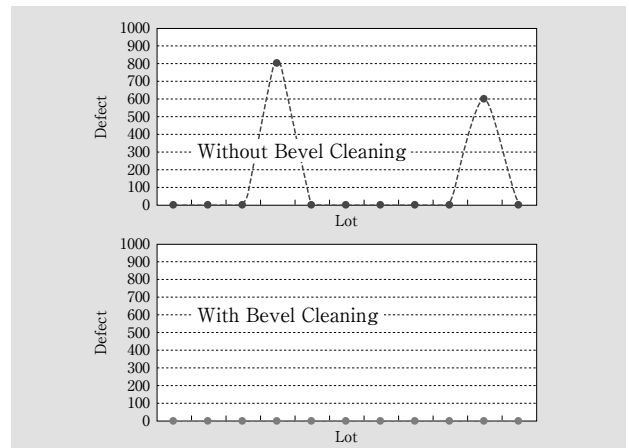


図3 ベベルブラシを使った場合のウェーハ表面異物の改善

ッチ洗浄を行うと、いわゆる縦筋モードと呼ばれるパーティクルモードが発生することが知られている。これは、ベベル部の付着物が剥がれ、ウェーハ浸漬時に汚染が中心部へ拡散している現象である。ベベルブラシでこの汚れの発生源である付着物を洗浄すると、不安定であったバッチ洗浄時のパーティクルが安定する結果が得られている(図3)。また、ベベル部に付着した汚染を除去する際の純水処理時に、ブラシ処理と薬液処理を同時に行うことにより、さらに高い除去率が得られている。

おわりに

洗浄装置への要求は、技術面に加え生産性でも高度化している。特に、微細化に伴い対応が必要な数々の技術課題の他に、新たなCOO低減やEHS対策などの課題も多く、特定のアプリケーションで進行している枚葉化の対策が重要となる。バッチ式洗浄の利点であった生産性を継承しながら、どのように枚葉化を進めていくか、バッチ式洗浄と枚葉式洗浄を効率的に融合させ、トータルの洗浄効果を発揮する取り組みが重要になってきた。今後も半導体洗浄業界のテクノロジードライバとして新たな洗浄技術の開発や装置の性能向上に取り組んでいきたい。□