

新型CMP装置 F-REX300X型

國澤淳次*

New CMP System, Model F-REX300X

by Junji KUNISAWA

CMP systems are used for the planarization of the layers in forming the multi-layered interconnects of a semiconductor device. For the improvement of device performance, miniaturization of semiconductor devices has been promoted continually. The materials and processes used in the manufacture of semiconductor devices have become increasingly diversified in the pursuit of cutting-edge technology; consequently, the need for flexible semiconductor manufacturing systems has become even stronger in order to accommodate various processing conditions. Our new CMP system, Model F-REX300X, is equipped with new transport and cleaning mechanisms in combination with the technology that has been cultivated over many years through our CMP projects. This system has both excellent flexibility and high productivity in polishing processes, which enable it to readily accommodate the strict requirements of the most advanced processes.

Keywords: Throughput, Equipment Front End Module, Front Opening Unified Pod, FOUP load port, Overhead, Footprint, Particle, Two-fluid jet, Modularization, Marangoni

1. はじめに

半導体デバイスは高速化と高集積化を実現するため、微細な配線を多段に積層した構造になっている。この多層配線を形成する過程において、各配線層をナノレベルで平坦化加工しなければならない。その役割を担うのがCMP（Chemical Mechanical Polishing）装置である。

現在の主力機種であるF-REX300S II型（以下300S II）は高スループットを主眼に開発した生産性の高い装置であり、微細化の最先端である銅配線の平坦化プロセスを中心に多くの顧客に採用されている。

一方デバイスの微細化、高速化に伴って、半導体プロセスは従来に増して多様となり、ウェーハ搬送の自由度も求められようになってきた。

この課題に対し、生産性の更なる向上及び搬送フレキシビリティの向上を掲げ、F-REX300X型（以下300X）の開発に取り組んだ（写真）。



12-104 01/237

写真 CMP装置 (F-REX300X型)
Photo CMP System (Model F-REX300X)

2. 300Xの概要

300Xのレイアウトとシステム構成をそれぞれ図1と表に示す。

EFEM (Equipment Front End Module) 正面にFOUP (Front Opening Unified Pod) のロードポートを4式配置し、研磨ユニットは従来の基本コンセプトを踏襲し1テー

* 精密・電子事業カンパニー CMP事業部 CMP設計室 装置開発グループ

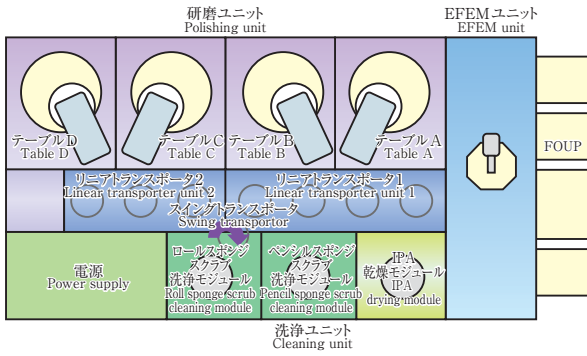


図1 平面図
Fig. 1 Plan view

ブル1トップリングの構成を4式収納した。ウェーハ搬送は研磨ユニット内をリニアトランスポートが受け持ち、洗浄ユニットへの受渡しはスイングトランスポートが担う。

標準構成の洗浄ユニットでは、ロールスポンジスクラブとペンシルスポンジスクラブの2段洗浄後、IPA（イソプロピルアルコール）乾燥が行われる。洗浄・乾燥完了後、ウェーハはFOUPに戻される。

3. 搬送機構の改善

①リニアトランスポート（以下LTP）

半導体製品の世代交代が進むに連れ半導体プロセスは多様化し、それに伴ってフレキシブルな研磨プロセスの構築がCMP装置に求められるようになってきた。

例えば、一連の研磨プロセスを2テーブルを使用して研磨を完了するケースや1テーブルだけで完了するケースがある。

この課題に対して、300Xは研磨プロセスの前後の搬送機構を新開発し、従来2段であったLTPハンドを3段構成とした。この改善により、1テーブルプロセスは、Aテーブルの研磨状況に関係なく常時Bテーブルにウェーハを搬送することができるようになり、研磨オーバーヘッド（研磨をしていないウェーハ搬送時間）を大幅に縮減するフレキシブルな搬送が実現できた。

②洗浄レーンの複列化

300Xの最大の特徴は洗浄ユニットの構成である。

300Xは従来ひとつであった洗浄レーンを300S IIと同じフットプリントのままで、上下2段の2レーンに増やした。これによりスループットが大幅に向上し、生産性を大きく改善することができた。

今後も生産性向上に対する顧客の要求は強まっていくと思われるが、その場合にも毎時190枚を超える機械的搬送能力を有する300Xは、高い競争力があると考えている。

表 300Xの構成
Table Configuration of 300X

		F-REX300X	
a. EFEMユニット EFEM unit	FOUP	4式	sets
	ドライロボット Dry robot	1式	set
b. 研磨ユニット Polishing unit	テーブル Table	4式	sets
	ドレッサ Dressing unit	4式	sets
	アトマイザ Atomizer	4式	sets
	トップリング Topring head	4式	sets
c. 洗浄ユニット Cleaning unit	1次洗浄ユニット 1st cleaning unit	2式 (1式×上下2段)	sets (upper and lower)
	2次洗浄ユニット 2nd cleaning unit	2式 (1式×上下2段)	sets (upper and lower)
	乾燥ユニット Drying unit	2式 (1式×上下2段)	sets (upper and lower)

4. 洗浄・乾燥

半導体デバイスの微細化及びデバイス構成材料の変化に伴って、洗浄・乾燥プロセスに対する要求も難しさを増している。

特に、従来よりも微小なパーティクルの除去が可能な洗浄技術とLow-k膜の乾燥技術に対する要求が高まっている。300Xはこれらの要求に対して次のように対処した。

まず、微小パーティクル除去については、2流体ジェット洗浄（窒素とガス溶解水の混合）機構を2次洗浄ユニットに搭載した。ペンシルスポンジスクラブ後に使用することで、従来ペンシルスポンジスクラブでカバーできなかった微細なパーティクルの除去ニーズにも対応している。

次に、Low-k膜の乾燥に対してはウォータマークを発生させないことが課題となっている。300Xは、このウォータマークを劇的に減少させる新ロタゴニ*機構（マランゴニ効果+回転機構）を標準搭載した。

ロタゴニ乾燥時のウォータマークは主にウェーハを回転する際に振り切った液滴の跳ね返りがウェーハに再付着することで生じる。今回この再付着を防止する技術を開発し、前述の新ロタゴニ機構に搭載した。

*ロタゴニ: ROTAGONI™はIMEC社のトレードマークである。

5. Equipment Engineering System (以下：EES)

EESとは、半導体製造装置の異常による製品歩留まり低下を防止することや加工精度と再現性を維持すること

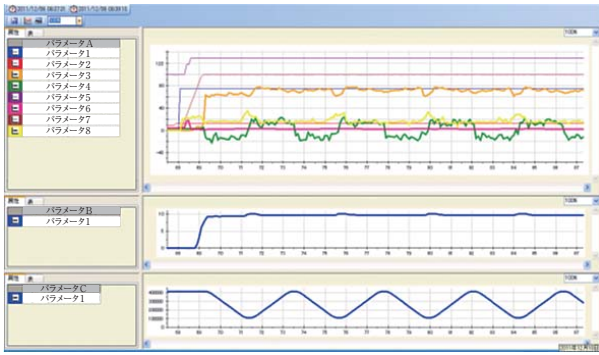


図2 EES画面イメージ
Fig. 2 EES screenshot

を目的に、半導体デバイス製造装置が正常に機能しているかどうか、装置固有の情報、プロセス制御情報を装置搭載のコンピュータあるいは工場の装置情報を収集するコンピュータで確認管理し、装置の信頼性や生産性を維持向上させるシステムである。

300Xには、EESの機能である装置異常の検出及び分類を行うFDC (Fault Detection and Classification) あるいは先端プロセス制御を行うAPC (Advanced Process Control) といった装置運転状況のデータ収集、監視、制御する機能を実装した。

これらによって、圧力、流量、温度といったプロセスの基礎情報以外に、モータ回転速度やトルク、バルブの開閉状態等、装置の詳細な運転状況のデータを常時計測、

収集、監視、制御できるようにした (図2)。

計測データは装置内のメモリに保存され、トラブルの際には、発生時の装置状態を後から時系列で一覧表示できる。これは再現が困難なトラブルの原因究明にも役立つ。

また、すべてのデータは上位通信により顧客側へリアルタイムで通知される。計測機器・制御機器の僅かな変化を捉えることができ、プロセスに影響が出る装置異常状態に至る前に、いち早くその兆候を掴むことも可能とした。

更に、計測データを長期的かつ定期的に監視することで消耗品などの寿命を予知し、計画的でタイムリーなメンテナンスを可能とした^{1, 2)}。

6. おわりに

300Xはこれまでに述べた新技術の投入以外にも300S IIで培った知見を生かし、メンテナンス性の向上を図り、モジュール化による仕様変更への柔軟な対応を実現した。

現在は、なお一層のスループット向上に取り組むほか、組立て・立上げ工数の削減にも注力し、装置納入リードタイムの縮減を目指している。

参考文献

- 1) 日経マイクロデバイス, 3月号, 15, 2006.
- 2) 半導体製造装置エンジニアリングシステムの構築 著者: 廣嶋隆史 (横河技報Vol.47, No.3, 2003).