

株式会社荏原製作所における新製品開発



企業レポート

1. 会社概要

名称：株式会社荏原製作所
英文名称：EBARA Corporation
本社住所：東京都大田区羽田旭町11-1
設立：1920年5月
資本金：257億円(1996年3月)
売上高：3926億円(1996年3月)
従業員：5119名(1996年3月)
事業内容：情報・通信事業(環境シミュレーション関係、ライフサイクルサポート、マルチメディア関連システム)、機械事業(風水力機械、冷熱機械)、エンジニアリング事業(環境改善施設・装置、水処理施設・装置、薬品、原子力関連装置、システム・エンジニ

辻村 学*, 白 樫 充 彦**

アリング、各種プラント及び装置、汚染土壌処理及びコンサルティング)、精密電子事業(真空機器、半導体産業用装置・機器、関連機器・装置)
事業所：本社、羽田工場、藤沢工場、袖ヶ浦工場、東京事務所、品川事務所、大阪支社、中部支社、他支店・営業所等

2. 会社沿革と精密・電子事業本部概要

当社は「水と空気と環境」をテーマに広く社会に貢献することを目指してきた。現在当社では事業本部制をとっており、機械事業本部では主として回転機械、エンジニアリング事業本部では環境関連の総合エンジニアリング、情報通信事業本部では情報ネットワーク技術、そして精密・電子事業本部では半導体製造を主としたクリーン機器を開発・製造・販売している。

精密・電子事業本部はさらに営業・4事業部・工場・制御センターと管理部門などに分かれ、真空機器事業部では真空排気系の単体機器、環境機器事業部では排ガス処理、超純水装置など、装置第一事業部ではめっき装置を初めとした各種装置、装置第二事業部では本稿で紹介する半導体製造装置の革命児『CMP(ケミカルメカニカルポリッシャ)』を担当している。

3. 半導体製造における革命児CMP

3.1 CMPとは

半導体製造は微細化と大口径化による世代交代の歴史であるが、そのテクニカルドライバがDRAMメモリとなっている。微細化を進める中で半導体製造装置は常に「クリーン化」を厳しく要求され続けてきた。例えば真空機器では

* Manabu TUJIMURA

1951年3月11日生
1974年東京都立大学工学部機械工学科卒業
現在、株式会社荏原製作所、精密・電子事業本部、技術統括部、統括部長、学士、流体力学
TEL 0466-83-8520
FAX 0466-82-0127
E-Mail tsujimura@fuj.ebara.co.jp



** Mitsuhiro SHIRAKASHI

1961年1月11日生
1983年大阪大学工学部溶接工学科(現生産加工工学科)卒業
現在、株式会社荏原製作所、精密・電子事業本部、精密藤沢工場、生産第二部、製品生産技術課、課長、学士
TEL 0466-83-8972
FAX 0466-82-5883
E-Mail shirakashi@fuj.ebara.co.jp



常に超高真空と共にクリーンな真空空間を製造する要求から、1987年頃にはそれまで用いていた油を一切使用しないドライ真空ポンプが一世を風靡し、超高真空のターボ分子ポンプも非接触式磁気軸受型の要求が増してきた。そんな分野で何故今研磨技術の応用であるCMPがクローズアップされてきたのかを最初に、そして何故それが当社にとって最適の装置であったのかを述べたい。

CMPは1980年頃米国の半導体メーカーが半導体集積回路の平坦化目的で当時のベアシリコン研磨機を応用したのが始まりと言われている。原理は図1に示す通り研磨パッドといわれる布を載せた回転テーブル上に数%の砥粒を含むスラリー液を供給し、ウエハを掴んだ回転ヘッドにより押し付けて加工するものである。

当時の装置は半導体製造とは言えない程の汚なさで、メンテナンス作業もきつく、プロセスと言えれば経験と勘だけが頼りという正に「汚い・きつい・経験依存の3K装置」であった。それ

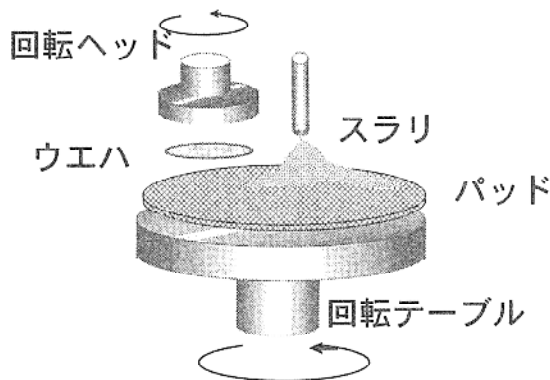


図1 CMP原理

上層程凸凹になるので一層毎の平坦化が必要

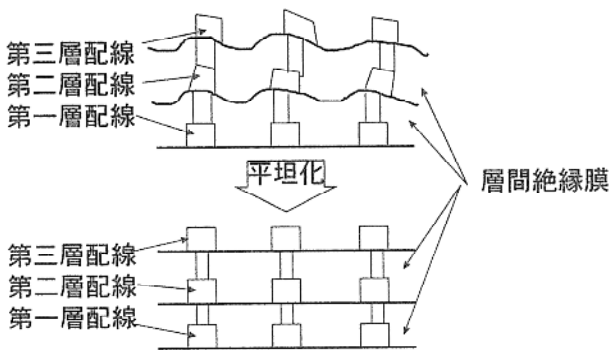


図2 平坦化の意味

でもその平坦化性能が優れていたため一部の技術者により採用されてきた装置であった。

図2に示すように半導体集積回路は高集積化が進み多層構造になると、上層になるほど半導体集積回路の平坦化状況が悪くなる(凹凸になる)ため製造が難しくなる。平坦化とは集積回路を一層毎に水平にすることを言う。いろいろ平坦化の方法はあるもののCMPは特にその特性が優れており、3Kなる欠点さえ克服すれば標準的プロセスに成り得るものである。現在の状況は0.25ミクロンのデザインルール(1998年量産)では必須とまで言われている技術となっている。

当社は「保有技術からの開発」と「クリーン技術」を開発の基本としている。これまでも3Kとして嫌われていためっき技術を液供給装置から廃液処理、クローズドループの純水再生装置も含めて半導体製造用の「クリーンめっき装置」に生まれ変わらせてきた経験があり、CMP装置をクリーンな装置として開発する素地はすでにできていた。

3Kと言われ嫌われていたCMPプロセスがいかんにしてユーザに受け入れられていったか、その開発状況を述べる。

3.2 顧客ニーズに応えるために

「汚い」：CMPは平坦化性能が良い。もし採用されればあらゆるステップに用いられるはず。であればCMPをまずその他のドライプロセスと全く同じ感覚で使用できなければならない。当時の研磨機は研磨スラリーを周囲に巻き散らし、さらに悪いことには研磨後のウエハは一旦乾かすといくら洗浄しても取れなくなってしまうため、ウエハを水中保管して移送していた。このスラリー粉と水中移送対策が最初の課題であった。

ここで考え出されたアイデアが、現在では事実上の標準仕様にまでなった「ドライイン・ドライアウト」のコンセプトである。「ドライイン・ドライアウト」は和製英語であるが、現在では世界に通用する単語になってしまった。意味は読んで字の如く、他のドライ装置では当たり前であるウエハをドライで投入、出てくる時も洗浄・乾燥を終えてドライになっていることを言う。そのためにまず洗浄機能を装置内にピ

ルトインした。次に装置内の気流設計をコンピューター解析し、スラリ粉を外に出さないように設計した。図3にそのエアフローデザインを示す。

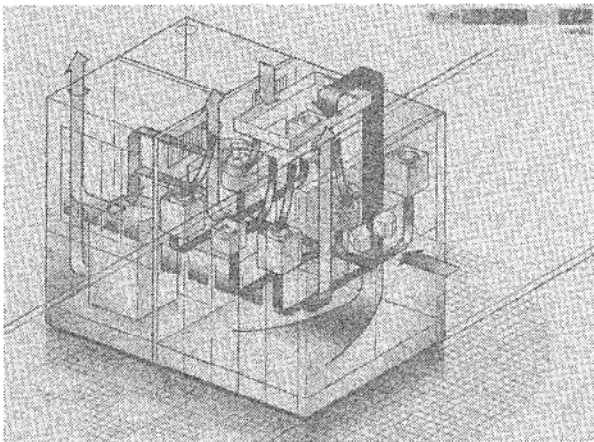


図3 エアフローデザイン

「きつい」：メンテナンスが多く大変であるとの指摘であったが、これは主に研磨独特の研磨パッドとスラリの扱いに起因するものであった。従来の処理枚数最優先でなく、メンテナンス性を重点に考えたデザインレビューを徹底し、他のプロセス装置並みにまで仕上げた。

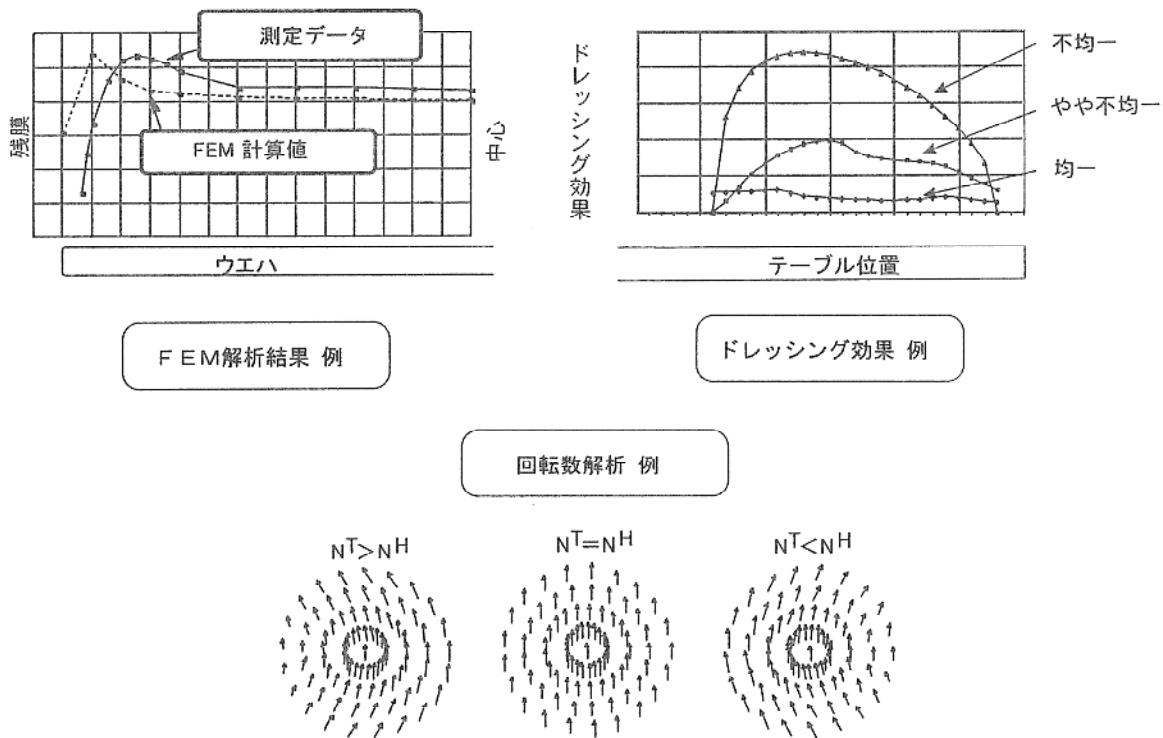
「経験依存」：当社はそれまで熟練者の勘に頼っ

ていた研磨技術のサイエンス化に果敢に挑戦。コンピューター解析を駆使し、現在では計算によりある程度実験結果を予測しながら開発を進められるようになった。(図4参照)

これらにより「3K克服」が可能となり、半導体ユーザーに受け入れられる素地ができたことになる。

4. 当社CMPの紹介

当社では機械の開発のみでなくプロセス開発も重視した。CMPといってもデバイスのどの工程で用いられるかによって要求が異なる。トレンチキャパシタ・コンタクト用の多結晶Si、シャロートレンチ・層間絶縁膜用の各種酸化膜、プラグ・配線用の各種金属膜が対象となる。大きく分けて研磨量が多いが厳しい研磨精度を要求されないラフプロセスと、研磨量は少なく精密制御が要求されるファインプロセスがある。CMPがどのプロセスに使用されるかを理解し、それぞれに好適な機械を設計してきた。そのため機械構成は開発当初からモジュール化し、それぞれに好適と思われるモデルを同一モジュール構成で揃えた。図5に3種類の装置モデル、



注) NT=テーブル回転数 NH=ヘッド回転数

図4 CMPサイエンス化解析例

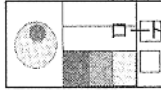


EPO-113	EPO-213	EPO-222
ポリッシャ  洗浄	ポリッシャ  洗浄	ポリッシャ  洗浄
ヘッドx1 テーブルx1 メンテ性ベスト 基本装置	ヘッドx2 テーブルx1 処理枚数向上	ヘッドx2 テーブルx2 処理枚数向上 各種運転ソフト可

図5 CMP シリーズ

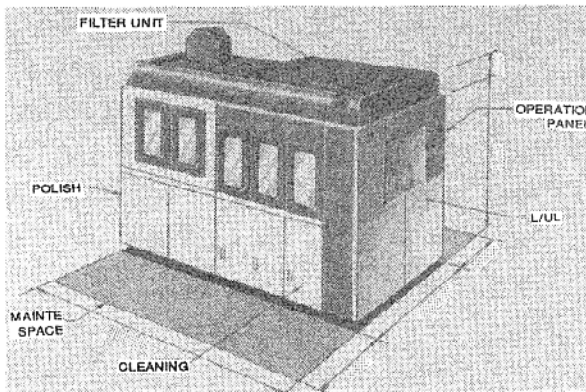


図6 CMP 概観図

図6に外観図を示す。

EPO-113はテーブル数1・ヘッド数1の基本型，EPO-213はテーブル数1・ヘッド数2の処理枚数向上型，EPO-222はテーブル数2・

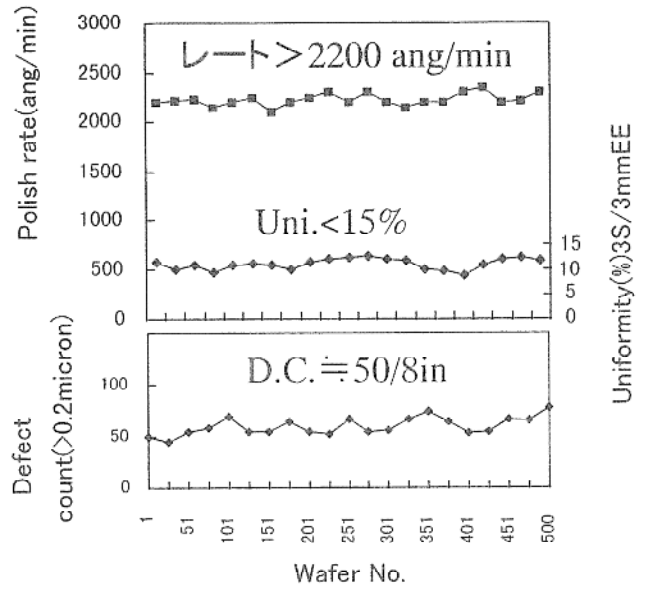


図7 CMP 性能例

ヘッド数2の最新型でいづれの型も共通のソフトを用いることにより同じイメージで使用可能となっている。図7には世界トップクラスを達成したCMP性能を示す

5. おわりに

当社のCMP装置は、現在トップシェアを確保しており、2000年には1000億とも2000億とも言われているCMP市場での地位を維持し続けるため、日夜開発を続けている。

