

## 半導体デバイス用ウェーハベベル研磨装置

白 樫 充 彦\* 伊 藤 賢 也\*  
片伯部 一 郎\* 小野澤 益 信\*\*

### Wafer Bevel Polishing System for Semiconductor Manufacturing Devices

by Mitsuhiro SHIRAKASHI, Kenya ITO, Ichiro KATAKABE, & Masunobu ONOZAWA

A new wafer bevel polishing system has been developed and released into the market. This system features improved cleaning performance of the backside of wafers as well as the buffing off of damage on and the removal of residual matter on the bevel. Also featured is the use of a polishing tape for bevel polishing.

**Keywords:** Bevel, Notch, Polishing, Cleaning, SEMI, Polishing tape, Mini environment, Throughput

### 1. はじめに

半導体製造における歩留まり向上の観点から、半導体ウェーハベベル部（端部の面取りされた部分）の表面状態が近年注目されている。半導体ウェーハは多くの材料が成膜・積層されていくため、実際の製品とはならないウェーハベベル部には不必要な物質（例えば、膜や残さ）やダメージが残存している。また、ウェーハを搬送（ハンドリング）・保持する方法として、かつてはウェーハの裏面に触れる方法が一般的であったが、微細化と300mm化の進行とともに裏面の清浄度が求められるようになり、最近ではウェーハ端部だけの接触で搬送・保持する方法が一般的になってきている。このような背景により、ウェーハベベル部に残存した不要物質やダメージが種々の工程を経ていく間にはく離しデバイス表面に付着することが、製品の歩留まりに影響していることが明らかになってきている。

当社では、デバイスの歩留まりに影響を及ぼすウェーハベベル部に残存している不要物質やダメージを除去する方法として、研磨砥粒が付与された研磨テープによる

方式を採用し、極めて高い清浄度が求められる半導体デバイス製造において使用可能な装置を開発した。以下に本製品（EAC200/300 bi）の概要と特長について紹介する。

### 2. 開発コンセプト

ウェーハベベルの形状は、SEMI<sup>\*1</sup>規格が制定されており、一定の基準に準じた形状に製造管理されている。しかしながら、基本形状としてストレートタイプとラウンドタイプの2種類が存在し、また、ウェーハ基板製造メーカーごとに前述規格内で形状に特長をもっている。当社では、ウェーハ基板ベベル部の種々の形状にフレキシブルに対応でき、研磨後の形状も制御可能な研磨テープを使用した多面独立研磨方式を採用した。

本加工プロセスは、半導体製造におけるトランジスタを形成するFEOL<sup>\*2</sup>工程と多層配線を形成するBEOL<sup>\*3</sup>工程の両方において求められている。当社のCMP<sup>\*4</sup>などが使用しているウェーハ表面にスラリー（研磨液）のような化学成分や研磨粒子が含有されたものがウェーハ表面に触れることが許容される工程もあるが、ウェーハ表面に凹凸が形成されているような工程や、耐薬品性のない物質などがウェーハ表面に存在する工程の場合は、スラリーを使用した方式を採用できない。これらの工程に対応するため、表面保護膜を事前に形成し、ベベル部処理後に保護膜を除去し、洗浄を施すことも検討・実施

\* 精密・電子事業本部 装置事業部 洗浄装置事業室 技術第一

\*\* 同 同 営業推進室

されているが、当社は研磨対象であるベベル部だけでなくウェーハ全面に対して超純水だけを供給することでウェーハ表面を保護し、また研磨テープだけで研磨する方式を採用することで、適用できる工程の拡大と、研磨前後の工程の簡素化を可能としている。

### 3. 製品概要

#### 3-1 装置構成

CMPに始まった当社の半導体製造装置においては、主要構成部分について機能の分離と集合が容易にできるようなモジュール設計を基本としている。各モジュールはハードとソフトが一对で構成されている。モジュール設計を採用することによりニーズの変化、機能の付加、機能拡張などへの対応の容易性確保と高信頼性の提供を可能としてきた。

本装置にもこのモジュール設計思想が採用されており、本装置の装置構成を図1に、装置外観を写真1に示す。図1に示すように、本装置は、ロード・アンロードモジュール、搬送モジュールに加え、研磨モジュール×2台、ロールスポンジ形スクラブ洗浄モジュール×1台、ペンシルスポンジ形スクラブ洗浄モジュール×1台を搭載した構成となっている。

研磨対象の材料や研磨する厚さにより柔軟に対応する要求にこたえるため、本装置には2台の研磨モジュールを搭載している。これにより、研磨速度を向上させるためラフ研磨・仕上げ研磨の2ステップ研磨に対応することが可能になっている。また、ラフ・仕上げの使い分けが必要でないプロセス時には、平行運転（2台のモ

ジュールで同一の処理を行う）によりスループット（単位時間当りの処理量）を向上させた運用方法も可能となっている。

#### 3-2 研磨モジュール

図2に示すとおり、本研磨モジュールの基本構成は、ウェーハ基板を保持するウェーハステージ、ベベル研磨機構とノッチ\*<sup>5</sup>研磨機構で構成されている。

ウェーハステージは研磨時の押し付け荷重に耐えられるよう真空チャック方式を採用し、ウェーハの回転精度を維持するために高精度な位置決め機構によりセンタリングされている。

ベベル研磨機構は、研磨テープをウェーハベベル部に押し当てる圧力と研磨角度の制御が可能な研磨ヘッド部と、研磨テープの送り出し・巻き取り機構部で構成され



05-88 01/207

写真1 装置外観

Photo 1 General view of bevel polishing system

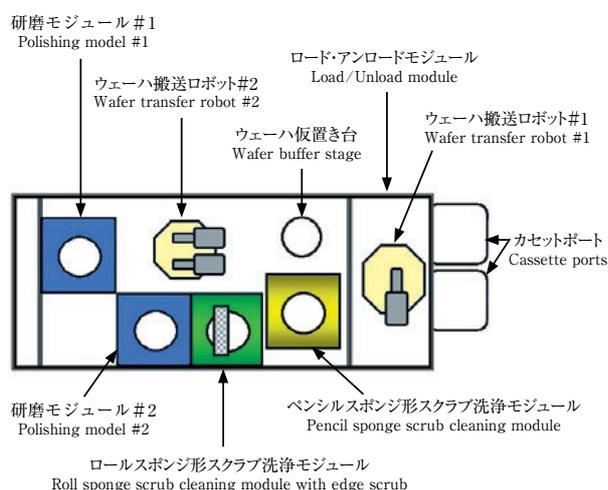


図1 装置構成

Fig. 1 System configuration

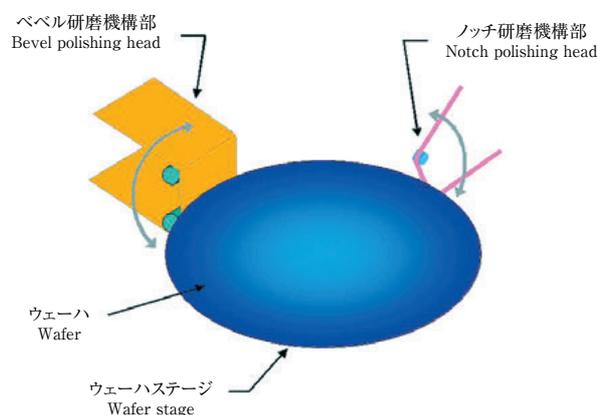


図2 研磨モジュール

Fig. 2 Polish module configuration

ており、ベベルの形状に合わせて研磨ヘッド角度を任意にプログラミングすることが可能である。これにより、種々の形状が存在するベベルに対して確実な研磨を可能とし、目的とする研磨性能を得られる。

ノッチ研磨機構は、ベベル研磨機能と同様に、研磨ヘッド部と研磨テープの送り出し・巻き取り機構部で構成されており、ノッチの形状に合わせて研磨ヘッド角度を任意にプログラミングすることが可能である。

また、両研磨機構部には、超純水供給ノズルが設置されており、研磨部位だけでなくウェーハ全面を超純水で被い、ウェーハ表面への微小なゴミや研磨くずの付着を防止している。

### 3-3 ロールスポンジ形スクラブ洗浄モジュール

図3に本装置に搭載しているロールスポンジ形スクラブ洗浄モジュールの洗浄機構を示す。本プロセス後の洗浄として求められる機能としては、ウェーハ表面・裏面に加えて、研磨したベベル部に付着した汚染物質の除去が必要である。このため、本装置にはロールスポンジ形スクラブ洗浄方式を採用した。本洗浄方式は、ウェーハ表面・裏面の全面の洗浄が可能だけでなく、スポンジの弾性変形によりベベル部の洗浄も同時に行うことができる。また、ベベル部の洗浄をより確実に実施するため、更にエッジクリーニング機構も付加した。

ウェーハの洗浄は回転中のウェーハの表面・裏面に洗浄液（純水又は洗浄用薬液）をリンスしながら、回転するロールスポンジをウェーハ面に押し付けて行われる。ウェーハ表面に付着しているパーティクルは、スポンジから物理的な力を受けて除去される。本洗浄モジュールには洗浄性能促進のための洗浄薬液の供給も可能としている。

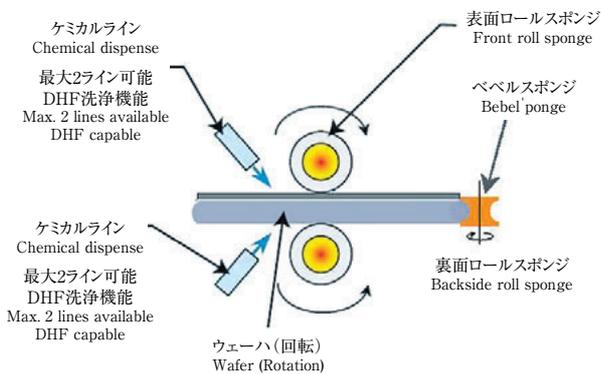


図3 ロールスポンジ形スクラブ洗浄機構  
Fig. 3 Roll sponge scrub cleaning system

本洗浄モジュールは、既に当社のCMPにも搭載されており、その洗浄性能や信頼性は実証済みである。

### 3-4 ペンシルスポンジ形スクラブ洗浄装置

図4にペンシルスポンジ形スクラブ洗浄モジュールの洗浄機構を示す。ウェーハの洗浄は、自転するペンシルスポンジが回転するウェーハ表面上に押し当てられ揺動することで行われる。ロールスポンジ形スクラブ洗浄モジュールと同様、ウェーハの表面・裏面に洗浄薬液を供給することができる。また、洗浄機能部材を保持しているアームをウェーハ上部から待避させて、そのまま高速スピン乾燥を行う機能が備えられておりスピン乾燥機としても使われる。

### 3-5 搬送モジュール

搬送モジュールには2台のハンドリングロボットとバフファステージがある。

ウェーハ搬送ロボットは、研磨直後のぬれたウェーハを搬送するため、防水処理が施されたロボットを採用している。また、研磨前後、洗浄前後のウェーハをハンドリングするため、汚染が洗浄後のウェーハに付着しないよう二つのハンドを具備している。ハンドは、ウェーハ表面・裏面ともに触れることなく、ウェーハベベル部だけを保持するエッジ保持方式を採用している。

### 3-6 ロード・アンロードモジュール

ロード・アンロードモジュールは複数のウェーハカセットポートと各ウェーハカセットからウェーハを出し入れするロボットで構成されている。ロボットは、ウェーハカセットから処理前のウェーハを取り出しバフファステージに搬送する動作と、プロセス処理が終了したウェーハをウェーハカセットに搬送する動作を行っている。

カセットポートはSEMI規格に準拠した設計がされて

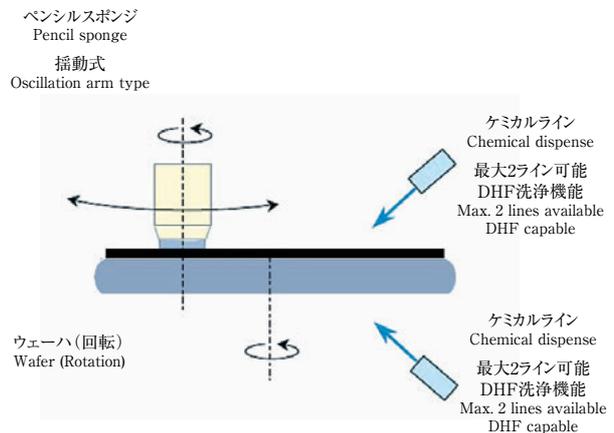


図4 ペンシルスポンジ形スクラブ洗浄機構  
Fig. 4 Pencil sponge scrub cleaning system

おり、ミニエンパイロメント\*<sup>6</sup>に対応したモジュール化構造となっている。また、AGV (Automatic Guided Vehicle) などのユーザ要求システムにも対応可能である。

#### 4. 研磨プロセス

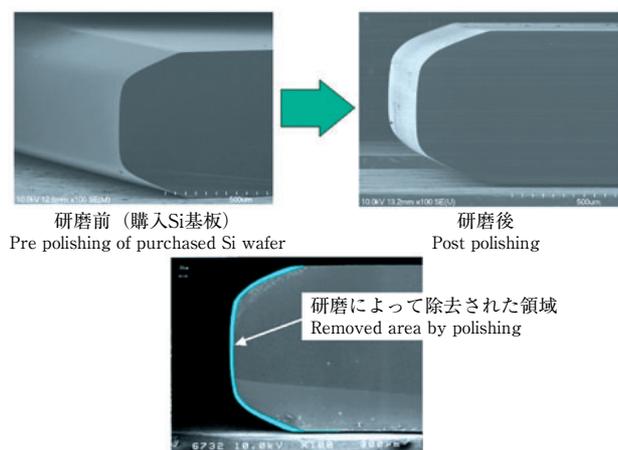
当社のベベル研磨装置は超純水と研磨テープだけでベベル部及びノッチ部を研磨する方式を採用している。以下に、本装置の研磨プロセス性能について説明する。

##### 4-1 ベベル研磨

ウェーハベベル部は、ベベル形状に応じた研磨角度が設定可能な研磨ヘッド機構とウェーハへの押し付け圧力制御の採用により、研磨後のプロファイルコントロールが可能となっている。

写真2にベアシリコン基板（ベベル部：ストレート形状）の研磨前後の形状を示す写真を示す。研磨前後でベベルの断面形状は維持されており、ベベル全領域において均一な研磨が実現できている。また、研磨表面状態も研磨前の状態（ウェーハ基板メーカーの加工レベル）と同等レベルを維持できている。当社の方式では、多様なベベル形状をもったウェーハにも対応することができ、機能上はベベル部を切削加工することも可能である。つまり、必要に応じてベベル部の形状を変更することも可能である。

研磨テープは長時間同一部位で使用すると研磨粒子間が目詰まりし、研磨速度が低下する。これを防止するため本研磨機構では、研磨中も研磨テープの微小送りを行っている。これにより、研磨部に接触する研磨テープは常に新しい部分に入れ替えられ、研磨速度の低下を防止



05-88 02/207

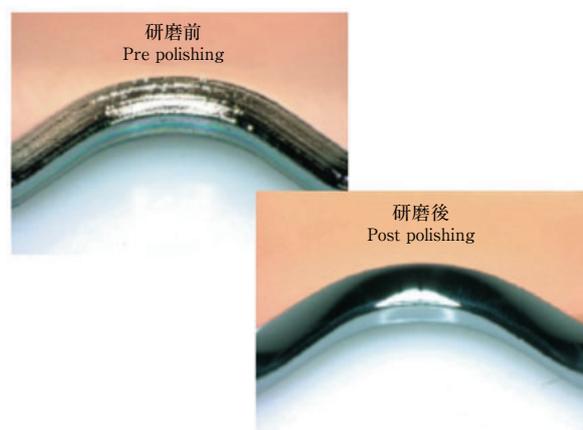
写真2 ベベル研磨前後の断面形状比較

Photo 2 Comparison of shape before and after bevel polishing

しているとともに、常にクリーンな状態が維持されている。また、研磨中は研磨部から発生するパーティクルがウェーハ表面及び裏面に回りこまないよう多方向のノズルから超純水をかけてコントロールしている。

##### 4-2 ノッチ研磨

ウェーハ端部に存在するノッチ部は、V字形の切り欠きに面取り処理が施された複雑な三次元的な面を構成している。当社では研磨ヘッドの角度制御に加え、テープ張力の制御により、この複雑な面を均一に研磨することを可能としている。ノッチ部の研磨前後の表面状態を写真3に示す。



05-88 03/207

写真3 ノッチ研磨前後の表面状態

Photo 3 Surface condition of post notch polishing

ベベル研磨、ノッチ研磨ともに、使用する研磨テープにはその研磨粒子や粒子の付与形態には数多くの種類が存在しており、研磨対象物やその仕上がり要求レベルに合わせた選択も可能である。当社の研磨機構と使用する研磨テープの選択により、顧客の目的に柔軟に対応することが可能である。

#### 5. おわりに

当社のベベル研磨装置は、研磨ヘッドの各種パラメータを任意に制御できることと研磨テープの組合せによりフレキシビリティの高いプロセス性能が得られる装置となっている。

本装置の物理的な研磨機構により、ノッチ部を含むベベル部に残留する

- ・基板ダメージの除去
- ・化学反応では除去が困難な物質の除去
- ・化学処理後の積層膜の除去

・スラリーやケミカルの残さ物の除去  
などが可能である。

デバイスの微細化が $0.1\ \mu\text{m}$ 以下となり $90\ \text{nm}$ 、 $65\ \text{nm}$ と高度化してきた半導体製造プロセスにおける歩留まり向上に大きく寄与できるプロセス装置である。今後もユーザーのご指導、ご意見をいただきながら、更に良い製品の開発に努力する所存である。

#### 参考文献

1) (社)日本半導体製造装置協会 半導体製造装置用語辞典 第5版

- 注) \*1 SEMI : Semiconductor Equipment and Materials International 世界の主要半導体/フラットパネルディスプレイ製造装置・材料メーカーが所属する非営利工業会組織
- \*2 FEOL : Front End of Line トランジスタ形成プロセス
- \*3 BEOL : Back End of Line 配線形成プロセス
- \*4 CMP : Chemical Mechanical Polishing system 化学機械研磨装置
- \*5 ノッチ : 半導体ウェーハのベベル部には基板の結晶方向の識別及び整列を容易にするためにウェーハ外周に設けられた切り欠き
- \*6 ミニエンバイロメント : 半導体が製造されるクリーンルーム全体を超高清浄化するのではなく、シリコンウェーハを取めたカセットを密封して、工程内及び工程間移送することにより、局所だけを超高清浄化するシステム

