



クラウドを利用した スピンド洗浄装置の気流解析 —挙動解明と費用考察—

研究・開発機関 : 芝浦メカトロニクス株式会社
 利用施設 : FOCUSスパコン
 計算規模 : Fシステム 4ノード(160並列) 3日
 利用ソフトウェア : シーメンスPLMソフトウェア「STAR-CCM+」

Before

●スピンド洗浄装置の気流解析は非定常かつ複雑なモデルになるため、ミストがどこから発生し、どのように輸送されてウエハまで到達するかなどを明らかにするのは、従来の計算環境では1カ月以上かかっており、日常で活用できるというレベルではありませんでした。

After

○スピンド洗浄装置で発生したミストは、上方向の空気の流れに乗って装置上部まで到達し、その後、重力で沈降しウエハに付着するなどミストの挙動が効率的に解明できるようになりました。
 ○FOCUSスパコンの活用により、従来の計算速度の数十倍から数百倍となり、計算時間が短縮され日々活用できるツールになりました。

背景と目的

半導体デバイスを製造するためには円板状のウエハを数百台の加工装置で連続して処理する必要があり、加工中に付着したダストなどを次の加工の前に除去する必要があります。

スピンド洗浄装置は付着物除去のために使用される装置で、洗浄液は上方のノズルからウエハに吹き付けられ、回転テーブルの遠心力によってウエハ上に広がり、外周に排出されます(図1)。ウエハ端では液の振り切りによってミストが発生し、その大部分がカップで受け止められます。しかし、この一部が再びウエハ上に移動して付着する場合があります、この時デバイス不良が発生します。これを防ぐことが装置設計のポイントです。

そこでチャンバ内における液体および気体の流れのシミュレーションに取り組み、ミストがどこから発生し、どのように輸送されてウエハまで到達するかを調べました。さらに、計算速度向上率および費用が最も低くなる計算設備の利用条件の探索も行いました。

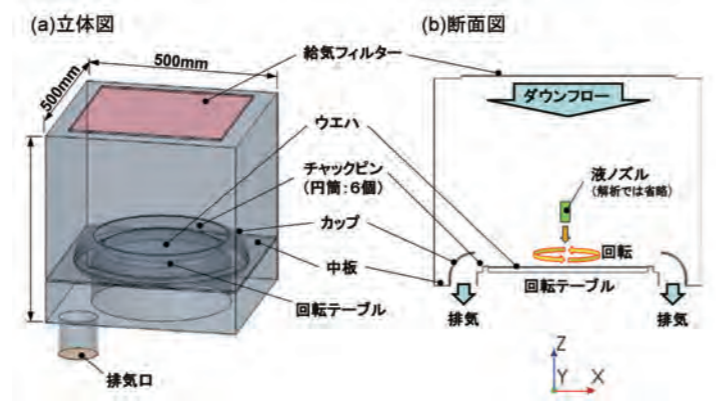


図1 スピンド洗浄装置の構造

■ 利用成果

シミュレーション対象:

回転するウエハは、外周部分を6個のチャックピンで固定されています。このような同心円状でない構造の回転による流れを正確に求めるためにスライディングメッシュモデルを採用しました。またウエハ上やチャックピンでの洗浄液は遠心力により非常に薄くなります。このため液膜モデルとしています。さらにラグランジェ混相流モデルでチャンバ内のミストの輸送を計算しています。

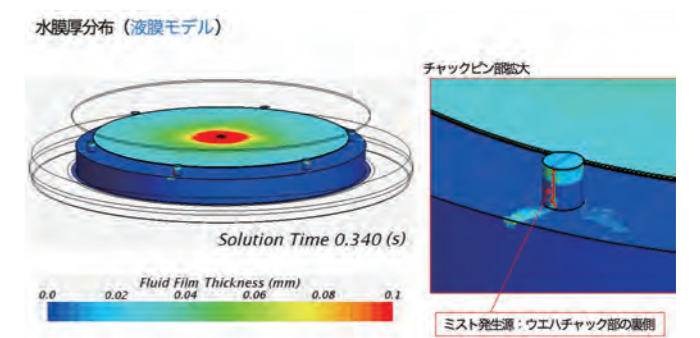


図2 洗浄液の膜厚分布解析結果

これらより、ウエハのエッジとチャックピンの外周側は液膜が厚くなり、ここからミストが飛散することが確認できました(図2)。

さらにチャックピンから発生したミストは、上方向の空気の流れに乗って装置上部まで到達することがわかりました(図3)。その後、重力で沈降しウエハに付着すると考えられます。

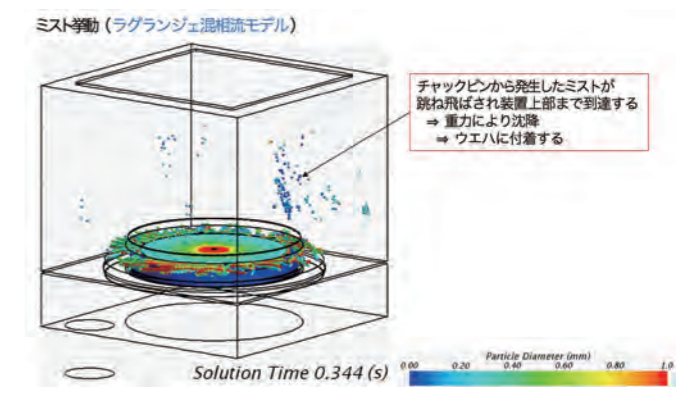


図3 ミスト挙動の解析結果

このような解析を繰り返すことにより、ミストの再付着の起こりにくい装置構造を求めることができました。

計算速度と費用:

FOCUSスパコンのAシステム(標準)、Dシステム(ノード間の高並列演算指向)、Fシステム(搭載メモリが多い)でコア数を変更させた場合の計算速度および費用(計算機+ソフトの使用料)の変化を調べました。

計算速度を見るとAシステムは他のシステムより低速で、DシステムとFシステムは160並列までは同等ですが、それ以上ではDシステムが高速であることが分かります。最大の計算速度はシングル動作(社内計算設備の1コア相当)の46倍(Dシステム320並列)でした(図4)。

費用を見ると、最も安価な条件はFシステム160並列(計算速度は41倍)でした(図5)。ただしこの条件は、ソフトウェアのライセンス形態で変化するため注意が必要です。

今回の報告以外の様々なモデル、システムでもシングル動作の数～数百倍の計算速度が出ており、高度並列化は計算速度の向上面で効果があることを確認しました。

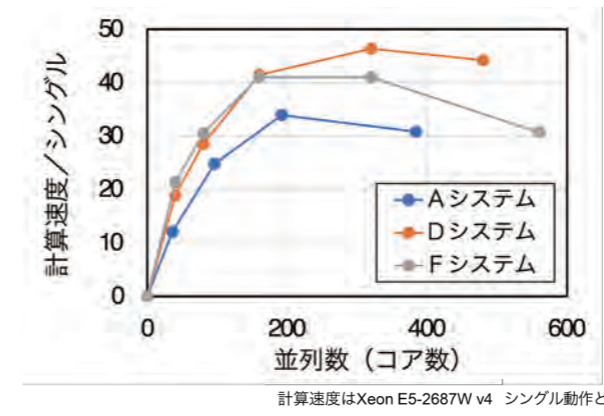


図4 システムごとの計算速度解析結果

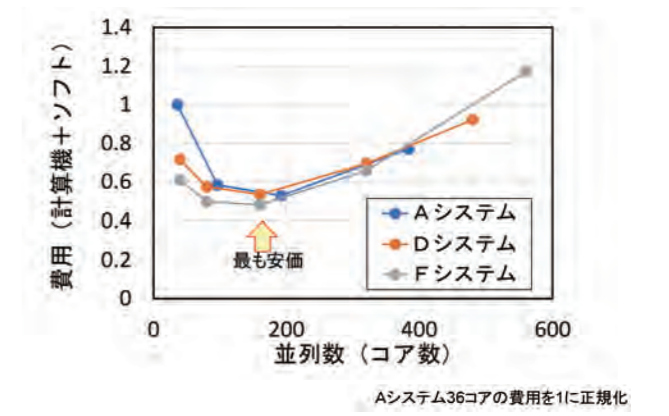


図5 システムごとの費用解析結果