

《アトリエ イシカワの製造装置用シナリオ化ソフトウェア》

露光/検査での装置制御を大幅に効率化 可変制御可能なシナリオ化ソフトを開発

(株)アトリエ イシカワ 代表取締役 石川恵美

半導体の開発コストは上昇の一途を辿っているが、特にソフトの開発コストの問題が年々大きくなっている。微細化と構造の複雑化により、ソフトも複雑化しており、開発期間も増大している。このため、高価な半導体製造装置の機能・能力を最大限に引き出すシナリオ化ソフトを開発した。シーケンスを可変に制御することで、シナリオの可視化を実現している。

ソフトウェアの重要性が高まる

ようやく半導体装置業界に陽射しが差し込んできた昨今であるが、製造装置の開発コストは莫大である。装置ビジネスのボトルネックの1つは、ソフトウェアの開発コストだ。微細化と積層構造によってリソグラフィ工程と検査工程は複雑化し、ソフトウェアの構造も複雑化してきた。クリティカルなレイヤでは、同ロット内であってもダイは位置もその形状も同一には露光されず、CMP工程後はその影響を受け、APCが必須となる。チップ処理装置は、このダイの位置を的確に捉え処理するレシピをいかに早く的確にユーザーに作らせることができるか？ そして重要なのが量産時のスループットである。こうしたユーザーニーズに応える装置ソフトウェアの使命は、卓越したハードウェアの装置機能を最大限に引き出すこと、様々な装置機能を確実にサービスすることである。

弊社は、半導体製造装置の卓越したハードウェアの利点を最大限に発揮させるソフトウェア・スタイルを確立した。複雑な制御プログラム内のシーケンスを可変に制御し、可視化可能なシナリオ化である。シーケンスを構成する1処理をパーツと呼び、以下に、リソグラフィ工程を例にとって詳細に解説する。

プリ・プロダクション 「ほうれんそうモード」

少品種大量生産時代は、プロセスチェンジの頻度が少なく、また既存のプ

ロセスの応用が適用されていた。しかしながら現在は、ファンドリーではもちろんのこと、IDMでも製品ラインの多様化によって品種は多種化している。プロセスの開発製造ラインにおいては、新しい製品を投入する際、レシピ・チューニングを精確かつ迅速に行いたい。正しくアライメントマークを捉えているか？ アライメント量算出結果は実ダイ位置に合っているか？ スキャン経路は、正しくダイをなぞらえているか？ フォーカス、傾きは指定通り補正されているか？ また、ロットの最初、中間、最後のウェーハでは、変動が現れることがある。こうしたプリ・プロダクション時には、装置の性能を確認するため、「車掌さんの指差し確

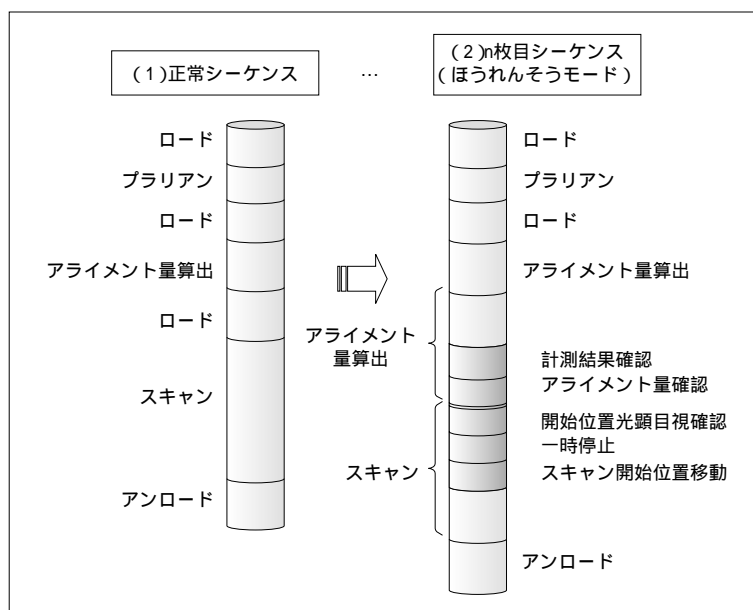


図1 「ほうれんそうモード」(シナリオ内パーツ挿入状態)

認」のごとく、画像、信号、補正量を検証する。画像は確実にマークを写しているが、アライメント結果が実際の中心よりずれている場合、その補正量はどのように指定するか？そして、ウェーハ1枚、さらにはダイごとに異なる設定やシーケンスを実現するには、ソフトウェアは複雑な条件文を通過して処理しなくてはならない。シナリオ化ソフトウェアでは、この複雑性を解消した。

例えば、n枚目のウェーハでプロセスの変動が発生した場合、シーケンス内の任意の位置に一時停止や確認状態を設けて、処理内容を確認したい。ただし、空気の揺らぎや真空度の影響の大きい装置の場合には、途中でハードウェアの動きを止めることさえプロセスに影響する場合がありますので、1ウェーハごとに停止させてしまえば、量産状態と雰囲気が変わってしまう。こうした装置特性も鑑みる必要がある。そのためシナリオ化ソフトウェアでは、任意のウェーハの任意のシーケンス（装置とウェーハの安全性を考慮した位置）で確認停止することが可能だ。

図1は、上記の例として、(1)正常シーケンスと(2)n枚目シーケンスをシナリオ化ソフトウェアしたものである。1枚目からn-1枚目ウェーハまでは(1)正常シーケンスで実行されるが、n枚目ウェーハは、「計測結果確認」、「アライメント量確認」に相当する処理を追加した、(2)n枚目シーケンスを実行する。さらに、スキャンシナリオの中に「開始位置光顕目視確認」、「一時停止」、「スキャン開始位置移動」に相当する処理をシナリオに追加挿入すると、スキャンごとに光学顕微鏡でスキャン位置目視確認のため一時停止することが可能となる。このように確認に相当する処理をシ

ナリオ内に挿入するモードを“報告・連絡・相談可能”な「ほうれんそうモード」と呼ぶ。不要になった処理はシナリオから削除すれば、(1)正常シーケンスに戻ることが可能である。これら全ての処理の挿入や削除は、ロットが開始してからでも行うことが可能である。

量産「だるまおとしモード」

最適なレシピが完成すると、最速スループットで量産しなくてはならない。シナリオ化ソフトウェアでは、削除したい処理をスキップさせるための判断文さえ不要である。動的に外部から実行プログラムを変化させることが可能だ。例として、1ウェーハ処理に200msの不要な処理が存在する場合、それを1か月に換算すると、数時間を削減することができる。

図2は、「アライメント量算出」シナリオ内に含まれる「詳細ステータス収集」、「画面表示更新」、「詳細ログ保存」など、正常シーケンスのシナリオに含まれる処理を削除している。このように、不要な処理を省いたシナリオを「だるまおとし」モードと呼ぶ。

シナリオ内容の可視化

上記は、プログラム内の条件文を駆使しても実現可能である。しかしながら、さらなるシナリオ化ソフトウェアのメリットは、実行予定のシナリオ内容を動的に画面上に表示することだ。例えば、マウスをボタン上に移動すると、実行予定シナリオが表示できる。オペレーションミスを防ぐことができるだけでなく、ソフトウェアの欠陥調査のために、if文、switch case文の入れ子連鎖のような

ソースコードをデバッガ上で追跡する必要がなくなった。不要な処理を通さないためである。ソフトウェア開発の負荷を軽減するゆえ、人材を抱え込む必要がなくなり、開発コスト削減につながっていく。本シナリオ化ソフトウェアが有効なのは、半導体製造装置のみではない。研究開発成果を量産に迅速に反映する必要があり、長寿命のソフトウェアが必要な業種や、開発スピードを競争力に繋げたい業種においては、迅速かつ確実に制御ソフトウェアを構築し、開発コストを削減しながらも、サステナブル・サポートが行えるコア・コンピタンスとなる。

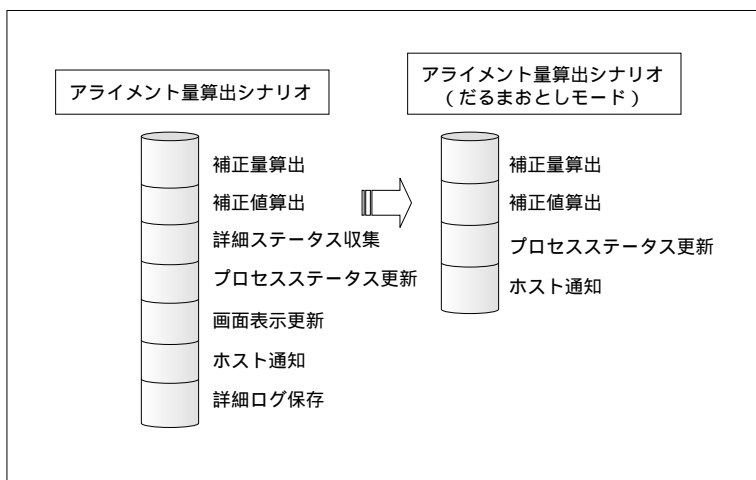


図2 「だるまおとしモード」(シナリオ内パーツ削除状態)