

次世代の低消費電力メモリ・システム開発における SmartSpice™ 活用事例

カスタマ

ワシントンのシアトルを拠点とする株式非公開の米国企業である Mobile Semiconductor は、低リーク電流 / 低電圧メモリ・ソリューションに特化したメモリ・コンパイラの独立ベンダです。耐放射線組込みメモリ IP も一部のマーケットに提供しています。Mobile Semiconductor のカタログにある 60 種以上のメモリ・コンパイラは、A.I.、マシン・ラーニング、医療機器、スマートフォン、ウェアラブル、IoT を含む幅広い市場セグメント、アプリケーション、業界をターゲットとしています。

課題

Mobile Semiconductor は、高精度なタイミングおよびパワーのデータベースによって最適なメモリを最適なパフォーマンスで生成するための、メモリ・コンパイラを提供しています。このデータベースの構築にメモリのキャラクタライゼーションが必要で、SPICE シミュレーションを数万回実行する必要もあり、すべてのメモリ構成を完了するには数週間あるいは数ヶ月もかかることがあります。

一つ一つのシミュレーションは容易ではありません。抽出後のポスト・レイアウト・シミュレーションのデッキには、トランジスタが 30K から 100K、寄生抵抗、容量が少なくともその 3 倍含まれます。寄生素子を含むポスト・レイアウト・シミュレーションには、プリ・レイアウト解析の 10 倍時間がかかることがあります。プロセス、電圧、温度コーナーを含むメモリの動作条件すべてを把握するには、高精度解析が不可欠です。

複雑な回路を最先端ナノメータ・プロセスで解析する場合、SPICE ソフトウェアで使用されている数値解析ソルバの能力が試されることがあります。メモリ解析では、タイミング・ループ、ラッチ、ビットセル回路でソルバの収束問題が起こる可能性があります。ロバストで安定したソルバ・エンジンが必要となります。

メモリに歩留まりの問題がないことを保証するには、製造が電気的な振る舞いに与える影響についての統計解析も実行する必要があります。6 シグマの信頼性を実現するには、モンテカルロ解析およびその他統計的手法を使用した何千回ものシミュレーションが要求されます。

主な課題

以下を備えた最新ナノメータ・プロセス・テクノロジー向け最先端メモリ・キャラクタライゼーション・フローの構築

- 高精度
- 短 TAT
- さまざまなメモリ動作モード、ファウンドリ・モデル、計算サーバにおける信頼性の高い処理

シルバコ・ソリューション

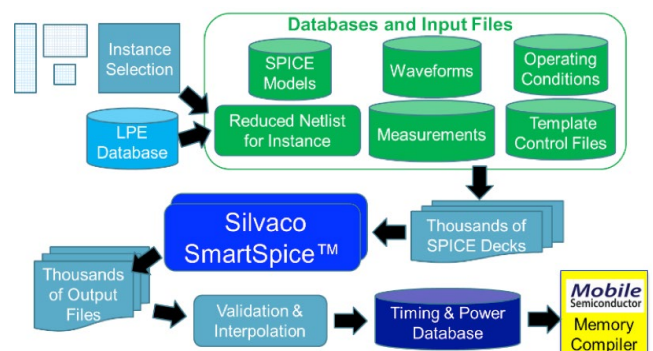
- 各種シミュレータ・フォーマットおよび高精度標準ファウンドリ・モデルと互換性があり、複数 CPU での並列処理を備えた SmartSpice 回路シミュレーション
- キャラクタライゼーションの測定値すべてを一括して評価できる SmartView 波形アナライザ

結果

- 50,000 ノードあるポスト・レイアウト回路のシミュレーションで業界をリードする実行時間
- 従来のキャラクタライゼーション・フローと比較して 50% 高速なスループット
- 6 シグマばらつき解析を含め、結果が高精度
- 一新されたキャラクタライゼーション環境

ソリューション

シルバコの SmartSpice™ を使用し、さらにシルバコのアプリケーション・エンジニアのサポートを受け、Mobile Semiconductor は精度を保ちながら市場をリードするパフォーマンスを実現するメモリ・キャラクタライゼーションの自動フローを作成しました。



SmartSpice は、メモリ・キャラクタライゼーションの成功に不可欠な多くの要素を持っています。

- 精度を保った高速シミュレーション：SmartSpice の高度なオプション、シルバコのアプリケーション・エンジニアのサポートにより、数週間かかっていた数万回ものシミュレーションを数日で完了し、期待されたターンアラウンドタイムを達成
- 実用的な並列処理：PVT コーナーおよび統計的ばらつきを解析するための個々のキャラクタライゼーション・ジョブを複数 CPU に分散して実行。Mobile Semiconductor のシミュレーション・ジョブ管理システムである SQE に SmartSpice をシームレスに統合
- 数百もの動作条件および豊富なバリエーションのネットリストを高い信頼度で完了：SmartSpice のロバスタな収束アルゴリズムは全てのメモリ構成に対処可能で、手作業による個別対処は不要
- 妥当なメモリ使用：標準的なサーバ構成で十分に効率的な処理が可能で、高額な計算サーバは不要
- 効率的なモンテカルロシミュレーション：潜在的製造ばらつきの統計解析が、妥当な時間で完了
- コントロール・ファイルおよび .measure ステートメントの互換性：シルバコの SmartSpice の導入は容易で、従来のキャラクタライゼーション・フローのコントロール・ファイルの修正は不要
- ファウンドリ・デバイス・モデルの対応：ファウンドリ・デバイス・モデルを正確に実装することにより、大手ファウンドリの PDK と正しく相関性を持たせることが可能

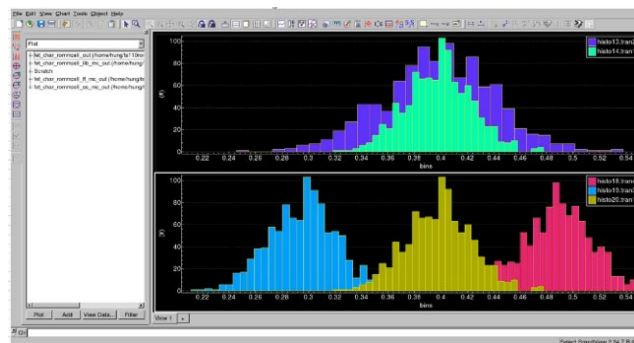
22nm SRAM インスタンスのキャラクタライゼーションの例では、200 以上のパラメータと 100 以上の CCS 構成をもつ Liberty ファイルを生成するために、SmartSpice によって様々な測定とテストが実行されたことを示しています。

- デザインの検証に必要な 220 の手間の掛かる測定
- 260 のタイミング測定
- 530 のパワー測定

22nm ノードのコンパイラ・キャラクタライゼーションでは、SPICE を 56,000 回実行する必要があります。

SmartView 波形デバッグ

数百の .measure ステートメントを用いて数千回シミュレーションを実行することで、回路の限界およびパフォーマンス・コーナーを把握できます。シルバコの SmartView ツールでは、あらゆる回路の詳細なデバッグのため、測定結果を同時に表示、比較、解析し、波形の振る舞いを示すことができます。



6 シグマ・モンテカルロ解析で、デバイス感度およびリード・タイムやライト・タイムなどパラメータばらつきの組み合わせを判断

真のシミュレーション・コスト

トータルのシミュレーション・コストは、ソフトウェア・ライセンスのコスト以上です。CPU コストにソフトウェア・ライセンス・コストをかけて、エンジニアリング・コストを足したものになります。エンジニアリング・コストは以下に依存します。

- 解析の 1 反復当りの実行時間。可能な限り多くの CPU を使用
- デバッグの難しさ。明確なエラー・メッセージおよび容易な波形表示機能が求められます。

CPU コスト（たとえばクラウドの価格）は以下に直結します。

- メモリ使用量（少ないほうがよい）
- CPU 数
- 実行の総時間

CPU 数に応じたソフトウェア・ライセンス・モデルでは、シミュレーション・フローに複数 CPU を追加しても実質コスト・メリットはありません。柔軟性があるシミュレーション・ライセンス・モデルでは、コスト・コントロールができ、シミュレーションのボトルネックを解消できます。

Mobile Semiconductor は、キャラクタライゼーション環境のコストを低減すると同時に、並列処理を活用するため、さらにシミュレーション・ライセンスを追加することができました。

まとめ

Mobile Semiconductor は、キャラクタライゼーション時間を 50% 改善しました。また、従来のシミュレーション・フローからの移行を容易に行うことができ、SmartSpice および SmartView により回路デバッグの速度と品質を向上できました。Mobile Semiconductor は、導入の容易さ、デバッグ時間、シミュレーションのトータル・コストとシルバコのアプリケーション・エンジニアによるサポートをあわせて、シルバコのソリューションに卓越した価値を見出しました。Mobile Semiconductor は、今後全てのメモリ・コンパイラの開発に SmartSpice および SmartView を使用します。

SILVACO

株式会社 シルバコ・ジャパン
www.silvaco.co.jp

お問い合わせ : jpsales@silvaco.com

横浜本社

〒220-8136
神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-2-1
横浜ランドマークタワー 36F
TEL : 045-640-6188 FAX : 045-640-6181

京都オフィス

〒604-8152
京都市中京区烏丸通蛸薬師下ル手洗水町 651-1
第14長谷ビル 9F
TEL : 075-229-8207 FAX : 075-229-8208

