

ICパッケージの熱変形を予測する —配線構造を考慮した高解像度解析—

研究・開発機関 : 新光電気工業株式会社、東京大学大学院新領域創成科学研究科
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」、九州大ITO、東京大FX10、自社PCクラスター
 計算規模 : 1000万～2.2億要素
 利用ソフトウェア : FrontISTR

Before

- ICの信号伝達、保護、放熱の役割を担う部品であるICパッケージは、電子機器への接続の際、熱負荷による変形が問題となります。
- 熱変形予測のためのシミュレーションでは、配線形状を忠実にモデル化すると計算規模が莫大になるため、低解像度の配線パターンを用いた近似モデルを使っていましたが、精度低下が問題でした。

After

- 数千万から数億要素の大規模モデルを生成するツールを自社開発し、ミクロンオーダーの配線幅を持つ微細配線の形状を考慮した高解像度モデルが生成できるようになりました。
- スパコン等の大規模並列計算性能と移植性に優れた構造解析ソフトウェアFrontISTRを活用することで、大規模高解像度モデルが現実的な時間内で解けるようになりました。

背景と目的

私たちの身近にある電子機器を構成する電子部品のひとつに、ICパッケージがあります。ICパッケージは、電子機器の複雑な機能を果たす IC (Integrated Circuit : 集積回路) の電気信号を外部へ伝達するとともに、IC を外部環境から保護したり、熱を外へ逃がす重要な役割を担っています。

ICパッケージが電子機器へ接続される際、200℃以上の高温に加熱されますが、この熱負荷は同時に、接続不良の原因となる熱反り変形を引き起こすことがあるため、設計段階で熱変形予測のための数値シミュレーションを行っています。

しかしながら、ICパッケージの構造は、数センチ角の多層基板に数千本にも及ぶ微細配線が張り巡らされた複雑な構造を持つため、その形状を忠実にモデル化すると計算規模が莫大になります。そこで計算量を軽減するため、図1のような低解像度の配線パターンを用いた、実際を十分反映できていない近似モデルに頼らざるを得ませんでした。

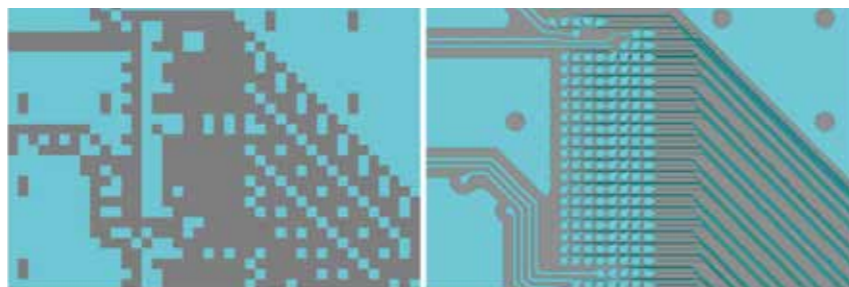


図1 計算量を軽減するための低解像度モデル(左)と元の配線パターン(右)

■ 利用成果

この問題を解決するため、ICパッケージの設計CAD図面から、配線の詳細な形状を考慮した高解像度大規模シミュレーションモデルを自動生成するソフトウェアを自社開発しました。さらに、オープンソース構造解析ソフトウェアFrontISTR(フロント・アイスター)を導入することによって、形状・材料の非線形性(大きな変形や材料の粘弾性などの効果)を考慮した数千万から数億要素の大規模計算が、スパコンの活用により現実的な時間で可能になりました。

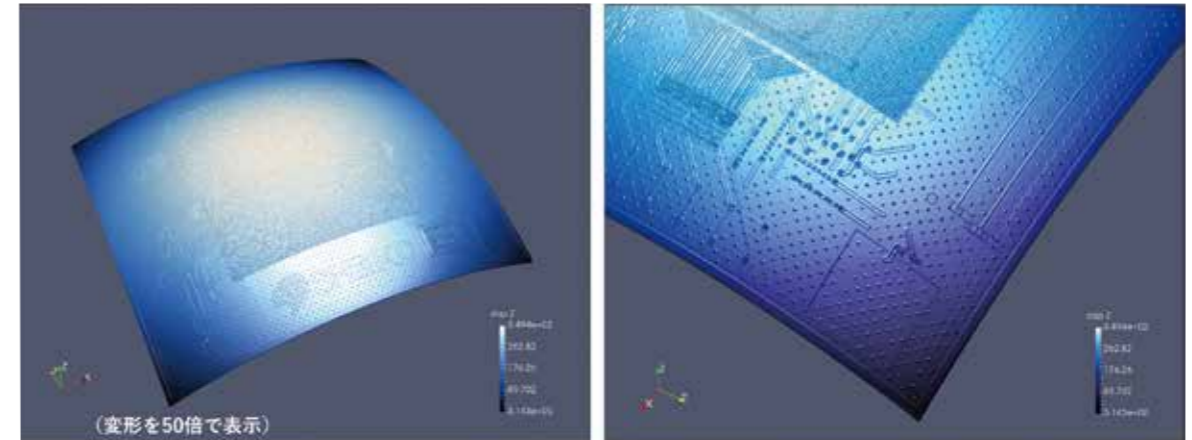


図2 熱反り変形の様子(左) 表面凹凸のクローズアップ(右)

図2は、高解像度モデルから得られた熱変形を示したもので、FrontISTRの実機問題への性能評価の一環として、京コンピュータを用いて計算しました(利用ノード数2048、計算時間3.7時間)。従来の低解像度モデルでは捉えられなかった、配線パターンに起因する表面凹凸の詳細まで観察できるようになっています。

シミュレーションを測定と比較した事例を図3に示します。ICパッケージの中央が凹型、外周部は凸型に反る傾向をシミュレーションで再現できていることがわかります。図1左のような低解像度モデルによって、このICパッケージの熱変形を計算すると、熱反りの向きが測定と正反対になってしまうことが問題となっていました。高解像度化によって測定と同様の変形モードを再現することに成功しています。

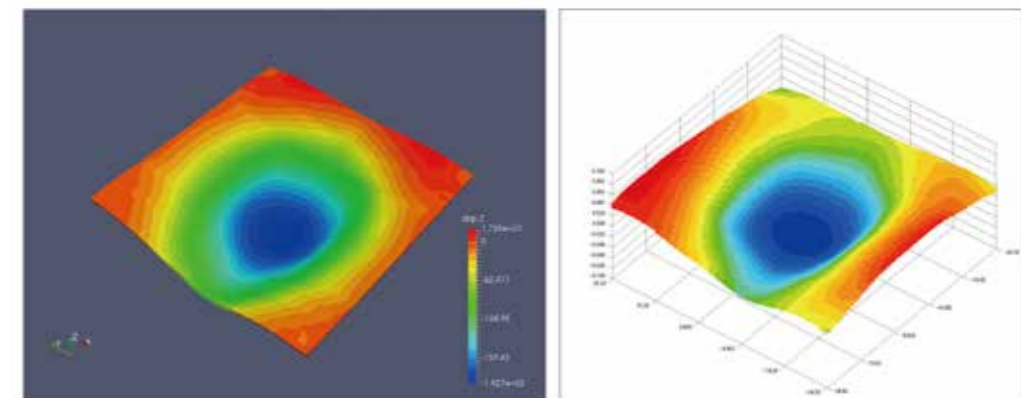


図3 シミュレーション(左) 画像相関法による測定(右)

配線解像度が低い従来モデルでは、シミュレーションと測定の傾向が一致しない原因が、モデルの解像度と材料モデルのどちらに起因するのかわかりませんでした。しかし、高解像度計算が可能になったことで、配線解像度に対する解の収束が見出され、材料モデルの改善研究に取り組めるようになったことも大きな利用成果の一つです。