

RF/マイクロ波アプリケーションの電気熱解析のための Celsius Thermal Solver

Microwave Officeソフトウェア内での熱解析

Cadence® Celsius™ Thermal Solver は、電気技術者のために設計された最初の熱解析技術です。これは、モノリシックマイクロ波IC(MMIC)、ICパッケージ、RF PCB、モジュール、マイクロ波/RFシステムのための完全な電熱協調解析技術を提供します。Celsius Thermal Solverは、Cadence AWR Design Environment®プラットフォームに統合されており、大規模で高密度なRF/マイクロ波システムや高出力増幅器(HPA)の設計検証やサインオフのために、大規模の電熱解析をすぐに利用できます(図1)。

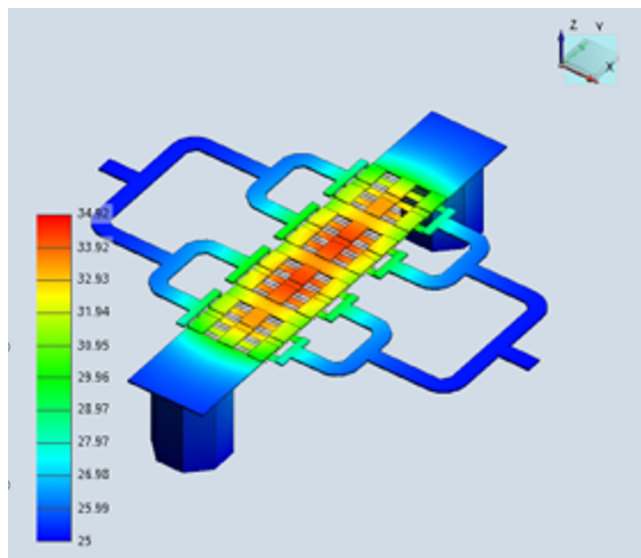


図1: RFパワーデバイスとコンバイナの Celsius Thermal Solverによる 解析結果

RFパワーデバイスの熱挙動の解析

Celsius Thermal Solverの有限要素解析(FEA)フィールドソルバは、高度なアダプティブメッシュ技術と組み合わせることで(図2)、ピアやエアブリッジを含む窒化ガリウム/ガリウムヒ素(GaN/GaAs)電界効果トランジスタ(FET)や高電子移動度トランジスタ(HEMT)のデバイスや、パンプやボンディングワイヤを備えた複雑なパッケージなど、複雑な構造における定常熱伝導を解析します。

強力な3D熱分布解析と3D電気解析を自動化された環境で組み合わせることで、温度と電流の重要な相互作用を繰り返す真の電熱協調解析が可能になります。

製品の強み

統合とアクセス性

Celsius Thermal Solverは、Microwave Office®回路設計ソフトウェアから供給されるモデル情報(既存のMMIC設計データ、レイアウトなどの構造、材料特性、RF解析からの電力源値など)を用いた電熱解析をサポートします。ソルバの統合により、RF設計者とデバイスのモデリングチームは、RF設計プラットフォームの中で熱動作条件を理解することができ、ボトルネックや時間的な遅れを解消することができます。

インテリジェントな設定

熱解析のためにプロジェクトを設定するのは簡単なプロセスで、RF設計者や、材料のスタックアップを定義するレイアウトプロセスファイル(LPF)の作成や、デバイスのフットプリントセル(ヘアダイまたはパッケージ)の作成を担当するライブラリマネージャが実行できます。レイアウト設定の描画レイヤとEMレイヤのマッピングプロパティに "Heat_" という接頭辞を持つ新しい熱レイヤを追加した後、設計者はパラメータ化もしくはスクリプト化された構造を使用してレイアウトに熱源を定義します。この時点で設計者は、回路図に抽出ブロックを追加し、熱解析に含める部品を選択するだけです(図3)。

高精度の熱抽出

設計者は、Celsius Thermal Solverで解析するための熱のドキュメントを、AWR Design Environmentプラットフォーム内から直接、簡単に作成することができます。

熱のドキュメントは、AWR®ソフトウェアでEM構造を作成するのと同じワークフローに沿ったプロセスで、標準的なMicrowave Officeの抽出ブロックを用いて作成されます。解析が開始されると、熱のドキュメントと抽出ブロックで指定された情報(すなわち、消費電力のデータセット)がCelsius Thermal Solverに渡され、熱解析が設定されます。

熱を考慮したRF電力

RF/マイクロ波PAは、電力を生成するだけでなく、増幅器の性能に直接影響を与える熱を発生させ、これは致命的な故障の原因となります。そのため、PAの設計者は、設計に使用するデバイスの電気的性能だけでなく、その熱的プロファイルや動作温度についても理解しておく必要があります。

この熱情報は、Microwave Officeの非線形ハーモニックバランス(HB)解析を用いて求められる熱を発生する能動デバイスの消費電力に直結しています。

Microwave Officeソフトウェアでは、設計者は設計内のすべての部品の消費電力のデータファイルを簡単に作成することができます。抽出ブロックは、解析の一環として、この消費電力の情報をCelsius Thermal Solverに渡します。

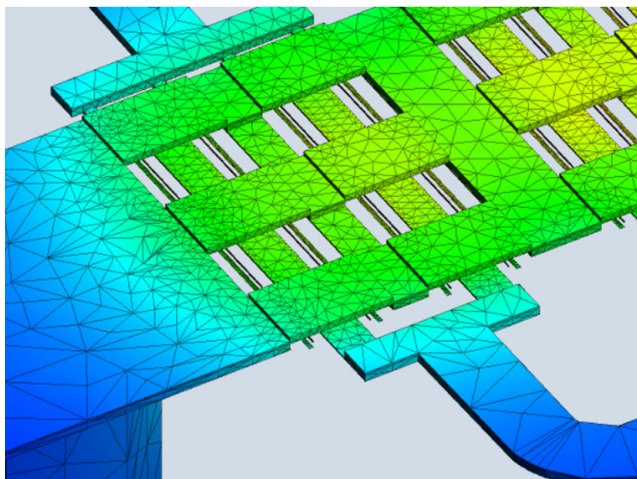


図2. 高度なアダプティブメッシュアルゴリズムにより、複雑な形状にも高精度のメッシュを自動生成します

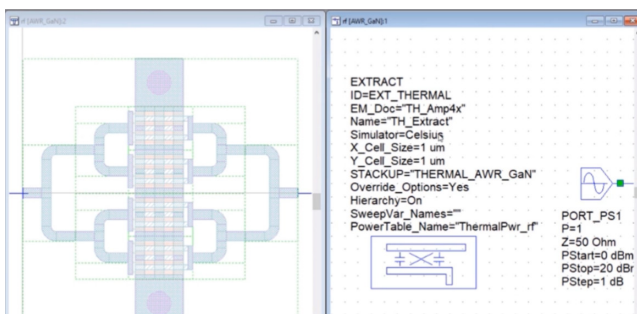


図3. 新しい抽出ブロックは、設計者が回路図から直接、熱解析のための項目を選択することができます

利点

- ▶ Microwave Officeの非線形回路シミュレータから得られる現実的な消費電力情報を使用した、高速で高精度な過渡解析により、製品の信頼性を向上させます。
- ▶ 電気系エンジニアが設計の初期段階で熱解析を実行できるようにすることで、機械系のエンジニアリングチームとの設計後期の繰り返しを避けることができます
- ▶ 構造物の温度のホットスポットを色分けして表示し、故障のリスクを回避します
- ▶ 熱膨張係数の異なる固体材料の熱応力とひずみによる潜在的な故障を特定します

- ▶ パッケージ、ボンディングワイヤ、コネクタ、コネクタからPCBへの移行部などの3D部品の温度と電流密度の問題を高精度に特定する過渡的な電熱協調解析により、コストと時間のかかる設計のやり直しを避けることができます
- ▶ 既存のプロジェクトと非線形RF解析を活用して熱構造と解析情報を作成し、解析の設定にかかる時間と潜在的なエラーを削減します

解析結果

熱解析は、AWR Design Environmentプラットフォーム内で直接実行できます。熱源ごとの動作温度は、環境内のデータディスプレイに自動的に報告され(図4)、レイアウト内の対応する部分にリンクされます。これにより、マルチフィンガーのFET、多段、バランス増幅器など、複数の熱源を持つデバイスの温度を、設計者が簡単に調査できます(図5)。さらに、Celsius Thermal Solverのネイティブエディタを起動して、追加の解析情報や結果の表示ができます。これには、構造体に色分けされた熱のアノテーション表示が含まれており、デバイスの最も熱い領域を即座に視覚化することができます。

デバイスメーカーやMMICファウンドリから提供された電熱モデルを使用している設計者は、Celsius Thermal Solverの解析で得られた温度データを使用して、駆動中のデバイスの動作温度パラメータを定義することができます。更新された温度で新たなRF解析を行うことで、設計者は電力負荷効率(PAE)、利得、電力圧縮、帯域幅などの指標に対する熱の影響を調べることができます。

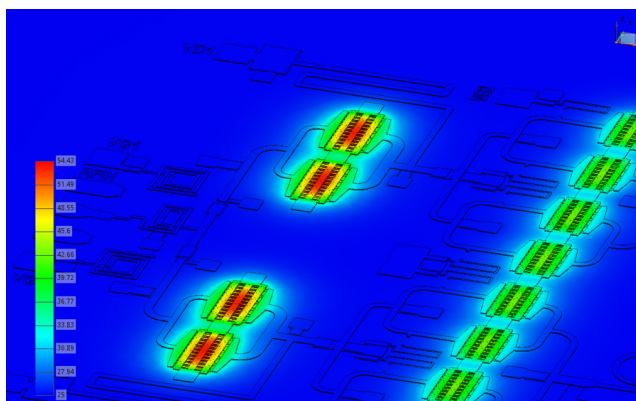


図5: 2段MMICの高出力解析の熱解析縮をもたらします

PDK

熱解析に必要な熱源は、トランジスタのパラメータ化されたセル(Pcell)に直接実装することができます。これは、Microwave Officeの回路解析内でCelsius Thermal Solverによる熱解析が可能なファウンドリ認定のプロセスデザインキット(PDK)をサポートします。トランジスタのPcell内に定義された熱のレイヤと熱源を持つPDKは、RF設計者が標準的な設計手法に中断や遅延なく熱解析を追加することを可能にし、結果として大幅な時間短縮をもたらします。

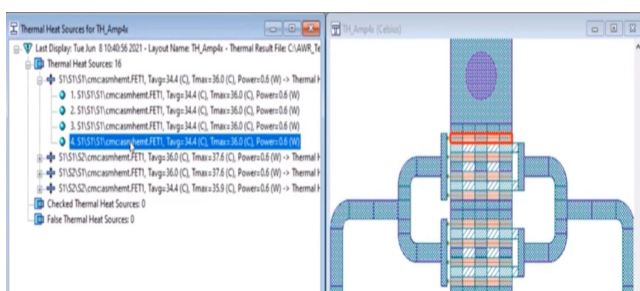


図4. 各熱源にリンクされた温度データは、AWR Design Environmentのレイアウトで自動的に報告されます