

Femap ソリューション

熱解析事例－熱結合機能

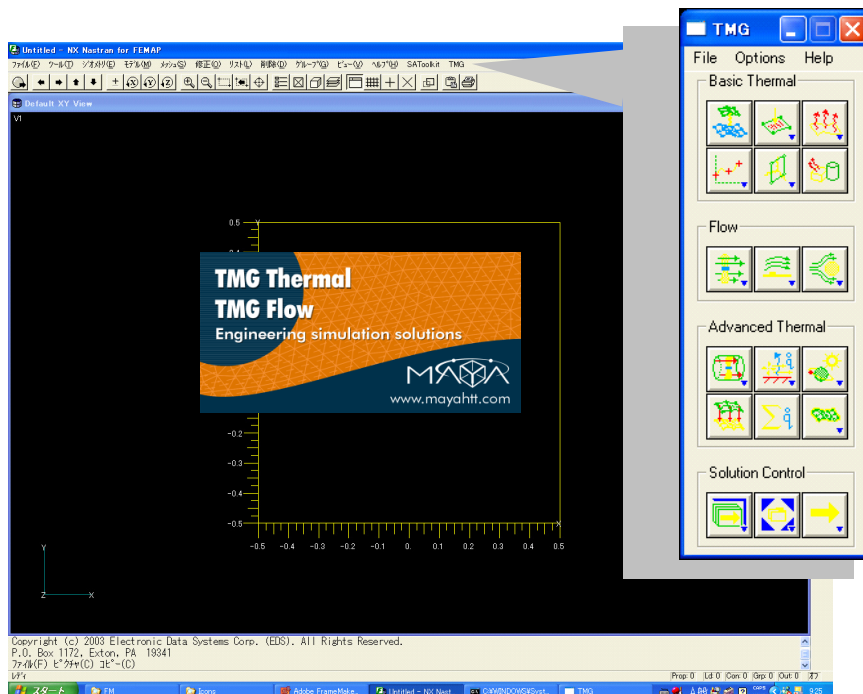
Femap/Thermal

Femap/Thermal は、**Femap** シリーズへの追加モジュールとしてアドオンされた汎用熱解析ソリューションです。**Femap/Thermal** は著名な熱解析プログラム **TMG** (Thermal Model Generator) のサブセットであり、その有限差分法解析ソルバー **TMG** を **Femap** と高度に連携した製品です。**Femap/Thermal** は、数値計算エンジンに超高速共役勾配法を用いており、**Femap** の使いやすさをそのままに、快適でスピーディーな作業環境を、Windows マシンにお届けします。

すでに有限要素法構造解析プログラムをお持ちの方は、**Femap/Thermal** によって従来困難であったような輻射や自然/強制対流を伴う高度な熱解析機能をきわめてリーズナブルな価格でご利用いただけます。また、熱のスペシャリストの方には、従来、視覚的表現が弱く、経験と勘に頼っていた熱数学モデルの作成を **Femap** の高度なビジュアル機能で一気に合理化します。そして複数の解析プログラムを連携させなければならなかったような複合的な解析もこれ一本で解決します。

Femap は 30 を超える解析プログラムとダイレクトにインターフェイスできます。過去の解析資産を再活用し、複数の解析プログラムへのフロントエンドとして、共通のモデリング/ポスト処理環境を利用することができるのです。

Femap/Thermal には、通常の **Femap** マニュアルの他に、当社オリジナル日本語マニュアルが標準で付属します。この中には要素や解析機能に関して日本語で詳しく説明しています。



Femap/Thermal の起動時画面

Femap / Thermal の構成

エントリクラスの **Femap / Thermal** と最先端機能を満載した **Femap/Advanced Thermal** の二つのオプションをご用意しました。

Femap/Thermal

熱解析エントリモジュール

Femap/Thermal は **TMG** の基本機能をコンパクトにまとめた製品です。

○ 熱伝導解析機能

固体熱伝導モデルを定常/非定常で解析できます。熱伝導率や比熱、密度などが温度依存でも定義できます。さらに相転移や直交異方性のある熱伝導材料を取り扱えます。

○ 熱輻射解析機能

散乱面のみであれば、形態係数を計算し熱輻射リンクを算出することができます。形態係数計算は、ヌッセルト半球投影法と遮蔽チェック計算によってシステムティックに行われます。熱輻射リンクの計算には、Oppenheim 法、Gebhardt 法が選択できます。

○ 熱結合機能

近接するメッシュ間に面積比例や距離を考慮した様々な熱結合リンクを自動的に生成し、熱コンダクタンスを計算することができます。熱結合計算はメッシュが不整合でも合理的に処理され、伝導、輻射、伝達で熱結合を生成することができます。

○ 自然対流熱伝達

テーブルや公式の形で対流境界条件を与えることができます。

Femap/Advanced Thermal

熱解析 Advanced モジュール

Advanced モジュールは **Femap/Thermal** の機能に高度な解析機能を追加した製品です。

○ 熱輻射解析機能

散乱面と規則反射面、および透過を考慮して双方向レイトレーシングや形態係数の計算を行い、熱輻射リンクを算出することができます。形態係数の計算にはヌッセルト半球投影法の他、先進の OpenGL アクセラレータのハードウェア機能を利用した非常に高速な Hemicube 法も利用できます。

○ 対流熱伝達機能

平板、球、円筒などの対流コリレーションを用いて自然対流を考慮することができます。一次元のフローネットワークを構築し、強制/自然対流熱伝達を計算できます。計算は水力学的手法と実験式を組み合わせ求めており、流体解析を行うわけではないので高速に処理できます。

○ 抵抗体発熱解析機能

材料特性に半導体特性を与えることで通電による発熱を模擬することができます。

○ モデルの縮退機能

- 日照解析機能
- 軌道熱解析機能
- 関節モデリング
- 外部プログラムインターフェイス

熱結合解析機能

熱結合は、メッシュ間に熱的な結合を付加する機能です。この機能を用いると節点を共有していない離れたメッシュの間に伝導コンダクタンス、または熱伝導率や熱抵抗値が定義でき、離れたメッシュ間を計算上、熱的に結合することができます。要素の位置関係を自動的に考慮して、要素ごとの熱結合の度合いを割り振ることができ、便利な機能です。

例えば、基板上に複数の発熱部品があるような場合、基板と各部品のメッシュをばらばらの状態で作成し、面積比例の接触熱伝導で熱的に結合して計算することが可能です。

Femap/Thermal で設定できる熱結合の種類を以下に列挙します。

- 絶対値指定の熱結合
- 伝導結合
- 定数 h 熱結合
- インターフェイス熱結合
- 均熱結合
- 長さ比例熱結合
- 輻射熱結合
- 直接指定コンダクタによる直列熱結合
- 抵抗熱結合
- 一方通行の熱結合

解析事例一 熱結合機能

熱結合解析機能を用いた熱伝導解析

Femap/Thermal の熱結合解析機能を用いた簡単何解析事例を紹介します。ここでは、伝導熱結合を用いたチップとボードの接合部のモデル化と長さ比例熱結合を用いたエッジガイドのモデル化の2種類の熱結合を用いてモデル化を行います。下図のようなチップの発熱による熱伝導を2種類の熱結合を用いて解析を行います。

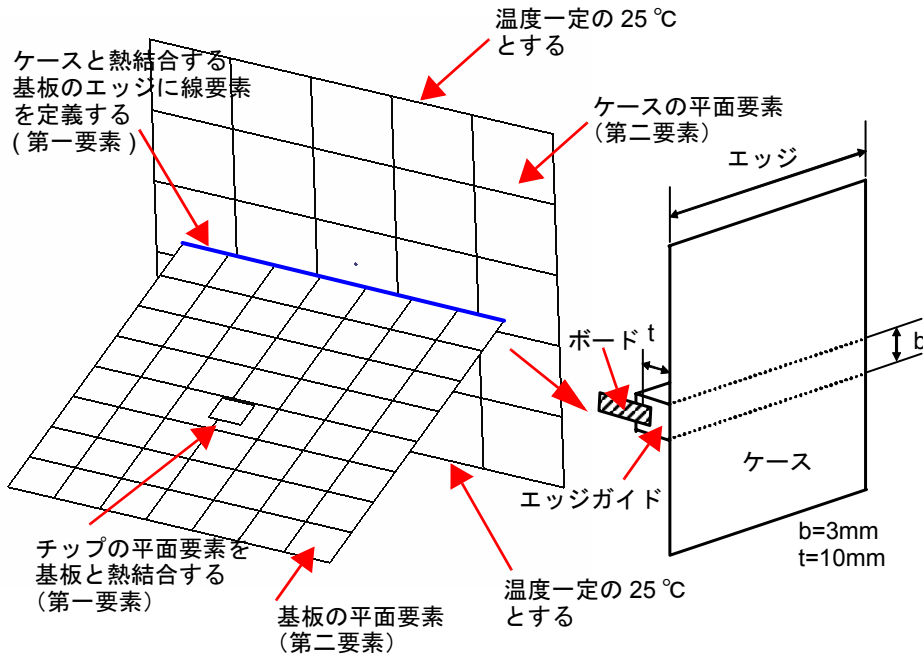


図 1-1 計算模式図

厚さ 1.5mm のボード上でチップが均一に 10W の熱を放熱しています。チップは、ボードに熱伝導接着剤を使ってボードに取り付けられています。

厚さ 0.5mm のケースにボードがエッジガイドを介して取り付けられています。

ケースの上下のエッジでの温度を 25℃ の一定とします。

材料物性値は以下のとおりです。

- ボードの物性値：(材料タイプ：等方性)
熱伝導率:130W/mK 質量密度:2700kgm/m³ 比熱:900J/kgmK
- チップの物性値：(材料タイプ：等方性)
熱伝導率:130W/mK 質量密度:2700kgm/m³ 比熱:900J/kgmK
- ケースの物性値：(材料タイプ：等方性)
熱伝導率:130W/mK 質量密度:2700kgm/m³ 比熱:900J/kgmK
- エッジガイドの物性値：(材料タイプ：等方性)
熱伝導率:30W/mK 質量密度:8000kgm/m³ 比熱:500J/kgmK
- 接着剤の物性値：(材料タイプ：等方性)
熱伝導率:10W/mK

モデル化

モデル図を以下に示します。

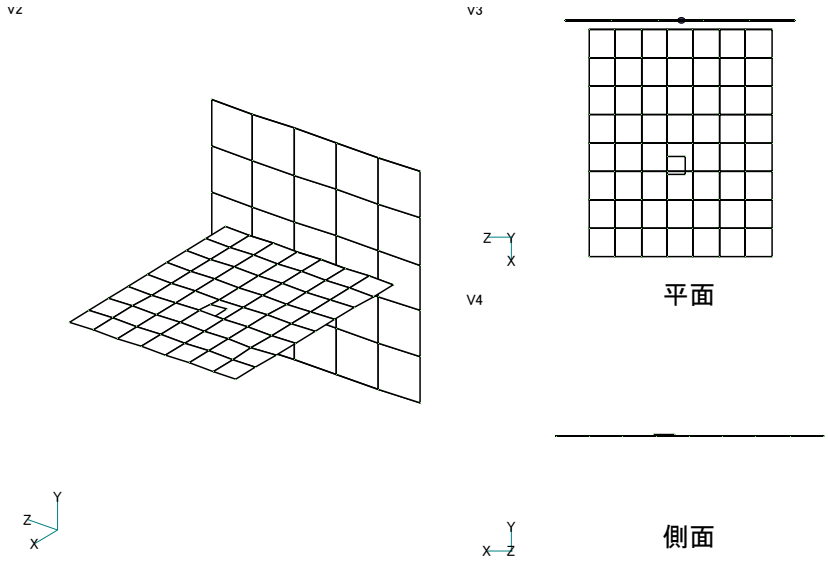


図 1-2 モデル図

熱コンダクタンスの計算は以下に示すとおりです。

○ 接着剤-チップとボードの熱結合

伝導熱結合を用いて接着による熱コンダクタンスを定義します。

1. 伝導熱結合タイプを選択して、指定された単位に合わせて接着剤の熱伝導率 ($k_{gap}=10W/mK$) を入力します
2. 第一要素 (チップ) と第二要素 (ボード) のセットのギャップ間距離が接着剤の厚さとなるようにします
3. 計算でのコンダクタンスは、 $G_{ij}=k_{gap} \times A_{primary}/L_{gap}$ です

○ エッジガイド-ボードとケースの熱結合

長さ比例熱結合を用いてエッジガイドの熱コンダクタンスを定義します。

1. 長さ比例熱結合タイプを選択して、エッジガイドに対して単位長さの熱伝達率 (h_{guide}) を指定します。ここで $h_{guide}=k_{guide} \times b/t$ これより、 $30 \times 0.003/0.01=9.0$
2. 計算でのコンダクタンスは、 $G_{ij}=h_{guide} \times L_{guide}$ です

解析結果

下図に計算から得られた温度の分布 (コンタープロット) を示します。

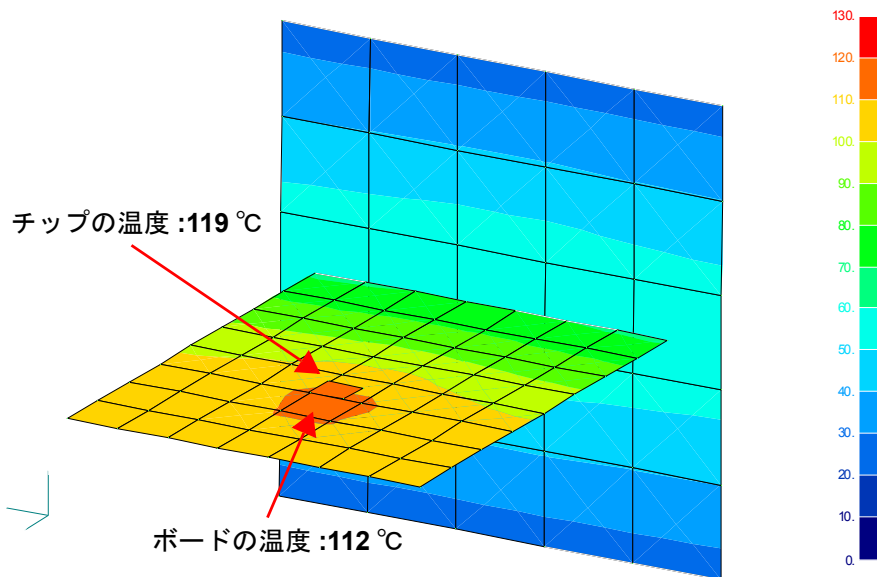


図 1-3 温度の分布図

次に接着剤の熱伝導率 k を 2.5 として計算した結果から得られた温度の分布を示します。

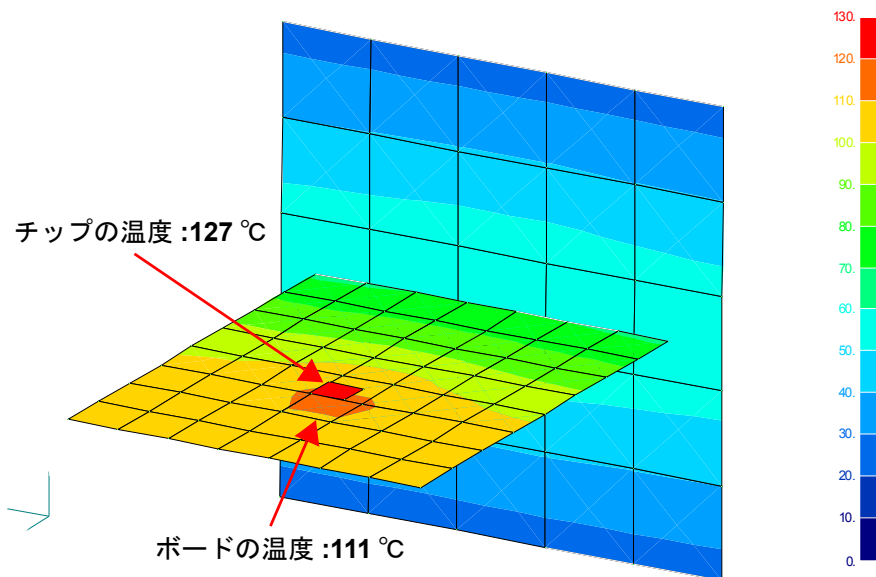


図 1-4 温度の分布図

まとめ

2つの熱結合を用いて解析を行いました。接着剤の熱伝導率を **10W/mK** とした場合には、チップの温度が **119** °C、ボードの最高温度が **112** °Cとなりました。接着剤の熱伝導率を **2.5W/mK** にすると、チップの温度が **127** °C、ボードの最高温度が **111** °Cになり、チップ部分で温度が上昇し、ボードの温度が低下します。

このように熱結合解析機能を用いることで、接着面、エッジガイドを構造としてモデル化する必要がなく、解析検討にかかる時間を短縮することができ、また、モデル化を簡便に行うことができます。

お問い合わせ：

Femap/Thermal：ITアシストコム株式会社

Tel：03-5537-5751 Fax：03-5537-5752 E-mail：info@it-ac.co.jp URL：http://www.it-ac.co.jp