

Chapter 19 Thick Metal

Thick Metal Type

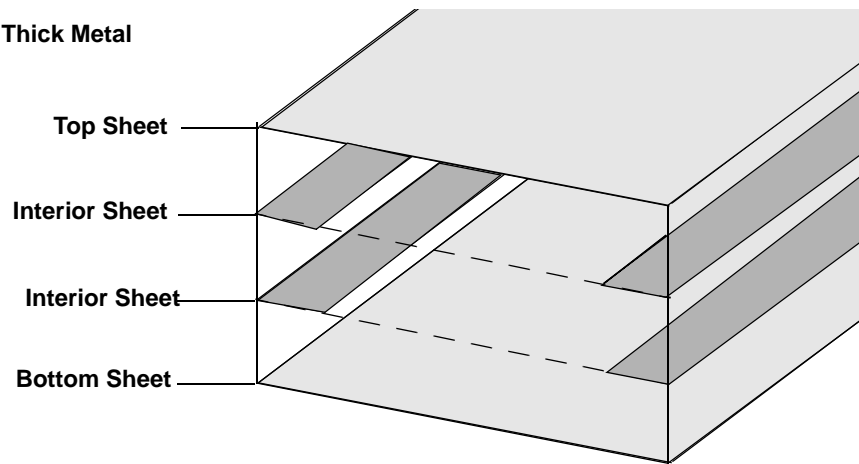
金属タイプ thick metal は物理的に厚い金属をエッチングできます。他のすべての金属タイプは、厚さゼロとしてエッチングされます。金属の損失だけが厚さに影響されます。金属タイプ thick metal（厚い金属）は、実際に3次元の特徴を持つ厚い導体をより正確にエッチングすることができます。

Thick metal は処理時間とメモリ容量の両方を増やしますので、必要な時にのみ使用されるべきです。金属はその厚さが回路の導体幅、または導体間のギャップの寸法などと同等になる時に厚い金属であると考えられます。

Thick metal を使用している時、その構造は2枚以上の無限に薄い金属として近似します。1枚のシートはその構造の上部の表面で、2枚めのシートはその構造の底部の表面を表わします。Via は自動的にその周囲に置かれ、

その構造の側面を表わします。2枚以上のシートを使用する場合は、内側のシートは下図のように構造の縁に電流の環を供給するだけです。

Four Sheet Thick Metal

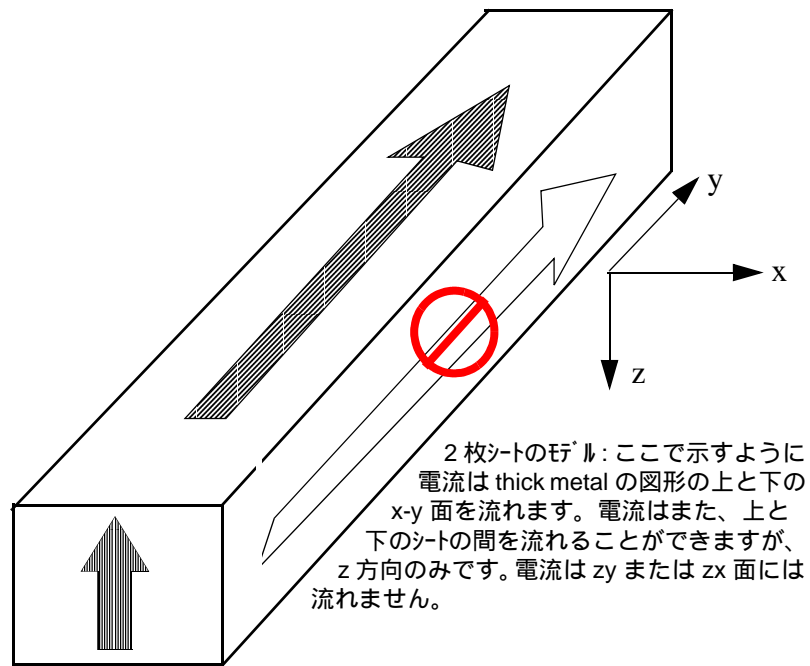


これは4枚のシートを使ってリングされた thick metal の断面図で、via はわかり易くするために描かれていません。内側のシートは thick metal 構造の縁の金属の環に過ぎません。これにより金属部が節約され、より効率のよいモデルになります。

シート数を増やすにつれて結果の精度は高くなります。しかし、シート数を増やすと処理時間と使用メモリが増えますから、これらはトレードオフの関係にあります。推奨のデフォルト値である2シートが、大多数の回路に適しているといえるでしょう。

極めて接近している導体上に Thick Metal を使用する場合は、端部間の結合を計上するためにシート数を増やすべきです。金属の厚さが導体間のギャップより厚い場合は、2枚以上のシートを使用すべきです。シート間の空間が、導体のギャップより小さくなるように十分なシート数が必要です。

このモデルは電流が、2シート使用のモデルの thick metal の上と下の表面だけを流れると仮定しています。厚い導体の側面上を流れる電流は、3枚以上のシートを使用して計上されます。



これは、処理時間とメモリ容量を極端に使わずにそこそこの精度を得るといふバランスを取ったモデルです。

Creating a Thick Metal Polygon

回路に thick metal の図形をつくるには、まず金属タイプを Thick Metal を使って定義し、次にその金属タイプを回路の図形に適用しなくてはなりません。これは次のように行います。

- 1 Project editor のメニューから Circuit ⇒ Metal Type を選択します。

Metal Types ダイアログボックスが表示されます。

- 2 Metal Types ダイアログボックスの Add ボタンをクリックします。

Metal Editor ダイアログボックスが表示されます。

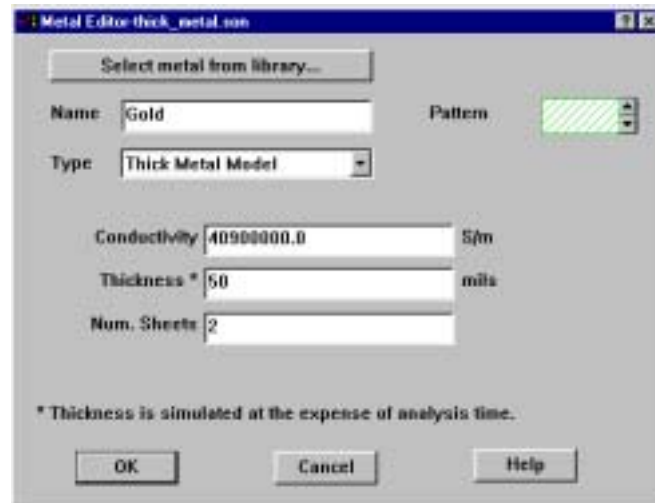
- 3 Metal Editor ダイアログボックスの type ドロップ リストから Thick Metal Model を選択します。

これにより、thick metal モデルに必要な 3 つのパラメータ (Conductivity: 導電率、Thickness: 厚さ、Number of Sheets.: シート数) のテキスト入力ボックスの表示されたダイアログボックスに変わります。

- 4 適切なテキスト入力ボックスに 3 つのパラメータを入力します。

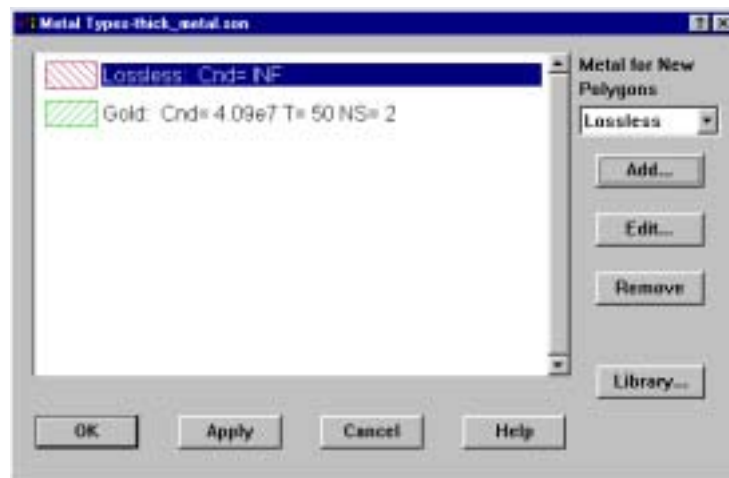
- 5 デフォルトの金属の名前を使用しなくても、Name テキスト入力ボックスに所望の金属タイプの名前を入力します。

以下のような Metal Editor ダイアログボックスが表示されるはずです。



- 6 OK ボタンをクリックして Metal Editor ダイアログボックスを閉じ、変更事項を適用します。

新しい金属タイプが表示された Metal Types ダイアログボックスに変わります。



- 7 OK ボタンをクリックして Metal Types ダイアログボックスを閉じます。

これでプロジェクトで thick metal が使えます。

- 8 所望の図形を入力し、次にその図形の上でダブルクリックして Metalization Properties ダイアログボックスを開きます。

- 9 Metalization Properties ダイアログボックスの Metal ドロップリストから thick metal model metal type を選択します。

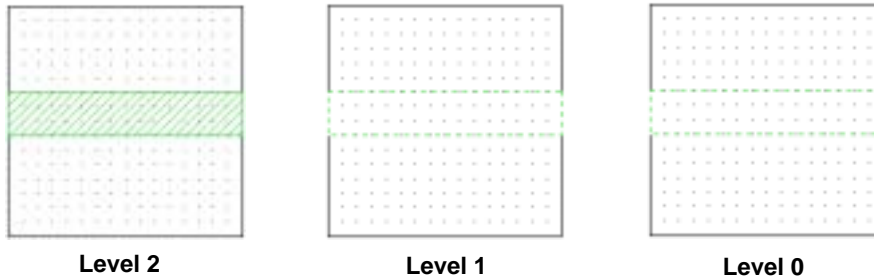
これにより選択された図形に thick metal を使用する金属タイプが適用されます。Thick metal は、図形の描かれたレベルから上に向かって広がります。

- 10 OK ボタンをクリックして Metalization Properties ダイアログボックスを閉じ、変更事項を適用します。

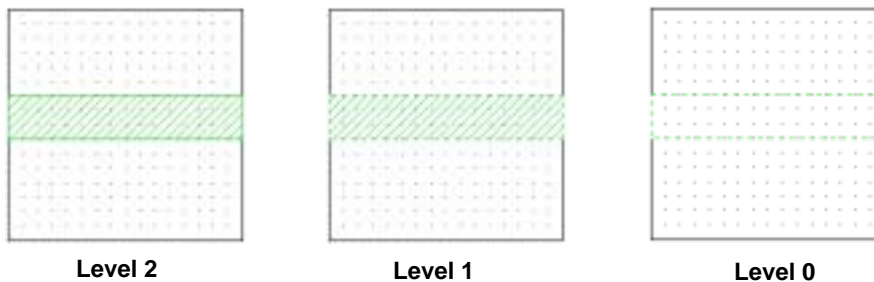
Thick metal を使用した充填パターンに変わります。この thick metal の図形がその上の誘電体層よりも厚い場合は、この図形も金属レベルの上に表示されます。

Viewing Thick Metal in the Project Editor

Thick metal は図形が描かれたレベルから誘電体層を通過して上に向かって広がります。Thick metal がその上にある誘電体層と同じ厚さでない場合は、図形はそれが描かれたレベルより下のレベルにのみ表示されます。Thick metal がその上にある誘電体層と同じ厚さである場合は、これが描かれた金属のレベルと、その上の金属レベルの両方に表示されます。両方の事例を以下に示します。



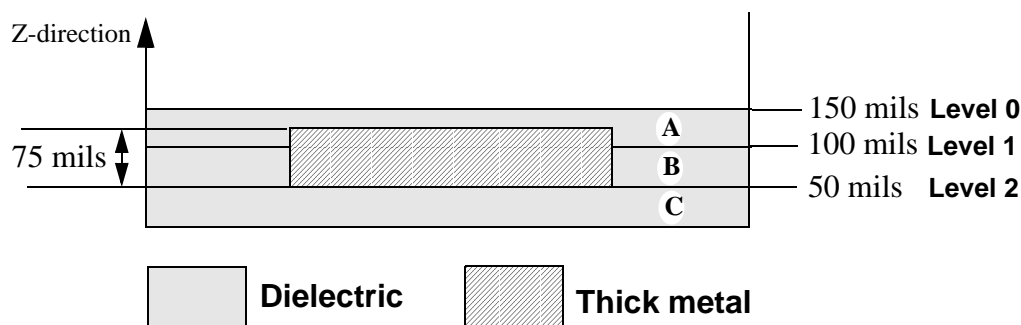
3 mil 厚の thick metal の図形は、5 mil 厚の誘電体層の下レベル 2 に描かれます。この図形は描かれたレベル 2 に表示されますが、外枠はレベル 1 の上にのみ表示されます。これは thick metal は誘電体を貫通しないからです。



5 mil 厚の thick metal の図形は、5 mil 厚の誘電体層の下レベル 2 に描かれます。この図形は描かれたレベル 2 に表示されますが、レベル 1 にも表示されます。これは誘電体層と同じ厚さであるからです。レベル 1 上では図形の輪郭は破線で描かれ、この図形の始まりがこのレベルにないことを示していることに注目してください。

Thick metal がその上の誘電体層よりも厚いが、その次の誘電体層を通過するほどには厚くない場合は、この図形はそれが描かれたレベル上とその上のレベル上に表示されます。しかし、thick metal の上部は、誘電体層の中に組み込まれるので project editor には表示されないことに注目してください。後の章でご説明する current density viewer では、金属導体の上部シートを見ることができます。

3 層の 50 mil 厚の誘電体層 (A、B、C) と、レベル 2 上にある 75 mil 厚の thick metal の図形の側面を以下に示します。Thick metal の上部が、誘電体層を半分だけ通過することに注目してください。この thick metal の上部は project editor では表示されません。



誘電体の内部にとどまる thick metal の「リング」について注意すべき重要なことがもう 1 つあります。2 シートで thick metal を「リング」したとしても、ソフトウェアは実際には 3 シートを使用するということです。下のシートは図形が開始するレベル 2 上にあります。上のシートは、誘電体層 A の内部にあります。3 つめのシートは金属レベル 1 上にあります。Thick metal の図形が 1 つの金属レベルを通過する時はいつも、1 つのシートがそのレベルに追加されます。このためにコンピュータでの処理時間が増えるので、1 層以上の誘電体層を取り囲む thick metal を使用する時には、このことを覚えておくべきです。

Single Level が選択されていると、図形が描かれているレベル上の thick metal の図形だけを選ぶことができます。

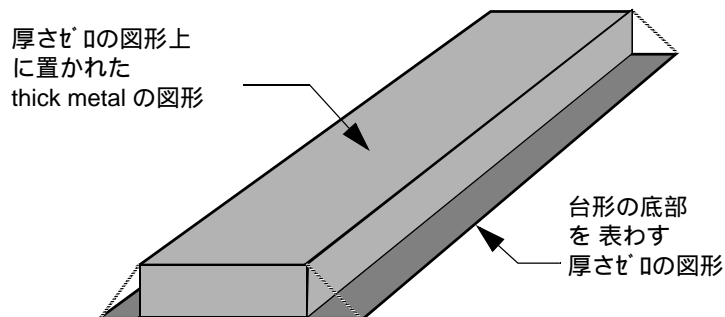
Thick metal の図形は、同じレベルにある薄い金属の図形を描くことによって、薄い金属の図形と接続されます。このレベル上には thick metal が描かれ、隣接して薄い金属の図形が置かれるか、または thick metal と重なり合っています。2つの構造は電氣的に接続されます。

Restrictions with Thick Metal Polygons

2シート以上の金属を使用する thick metal の図形を使う場合は、低い周波数で3シート以上の thick metal を解析すると、DC 損失に誤差が生じることをご承知おきください。この問題を避けるには、大変低い周波数で解析する時は、thick metal には2シートのみを使ってください。

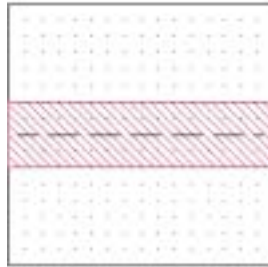
Modeling an Arbitrary Cross-Section

この節では、垂直の断面が任意の図形になっている thick metal の線路に近づけるために、thick metal と Normal (厚さ h) の組み合わせを使います。これが可能であることを示すために、シンプルな台形の図形を使い、その断面図を以下に示します。



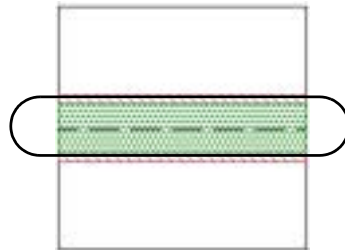
断面が台形の伝送線路の透視図。この線路に縁部を回り込む電流がなければ、上に示したように2枚の極めて薄い電流のシート(1枚は実際の金属の上部、もう1枚は下部)としてモデリングすることができます。

台形の thick metal をつくるには、thick metal と同じ厚さの誘電体が 1 層あるように、誘電体層をつくります。次に誘電体層の底部に、thick metal の広い方の底部を表わす図形を置きます。その図形は、金属タイプに Normal マル（厚さ 0.001 の金属としてマスキングされます）を使用すべきです。正確な損失値を得るためには、この金属タイプの厚さをこの金属の厚さ半分に設定するべきです。これにより、電流が通常使う 1 枚の導体ではなく、2 枚の導体を流れるようになる実際の状態を補償しています。

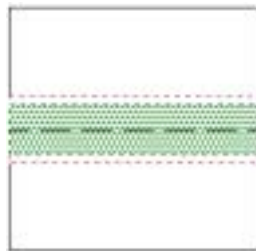


台形線路の広い底部は、金属タイプに Normal マルを使用した図形でつくられています。これは厚さ 0.001 の金属です。

次に Thick Metal の金属タイプを使って、その誘電体層の底部に、thick metal の上部を表現する図形を置きます。この図形は誘電体層と同じ厚さにします。



レベル 1 上の Thick metal の図形。このレベルにこの図形が描かれ、それより広い厚さの 0 の図形の上部の上に置かれる。



レベル 0 上の同じ図形。Thick metal の図形は誘電体層と同じ厚さなのでこの金属もこのレベルに表示される。厚さの 0 の金属の外枠だけがこのレベルに表示される。

次に、thick metal の図形上に所望のポートを配置します（薄い金属の上には置きません）。Thick metal の図形は、厚さの 0 の図形の上に置かれるので、この 2 つは電氣的に接続され、ポートは両方の図形をまたがっています。

上の伝送線を導入した回路が [Thkthru](#) の中に保存され、厚いステップ 接合部の例題が [Thkstep](#) というプロジェクトの中に保存されています。これらのプロジェクトの北極星は Sonnet の例題から入手できます。Sonnet の例題の入手方法については、いずれかの Sonnet のプログラムメニューから Help ⇒ Examples を選択し、続いて Instructions ボタンをクリックします。

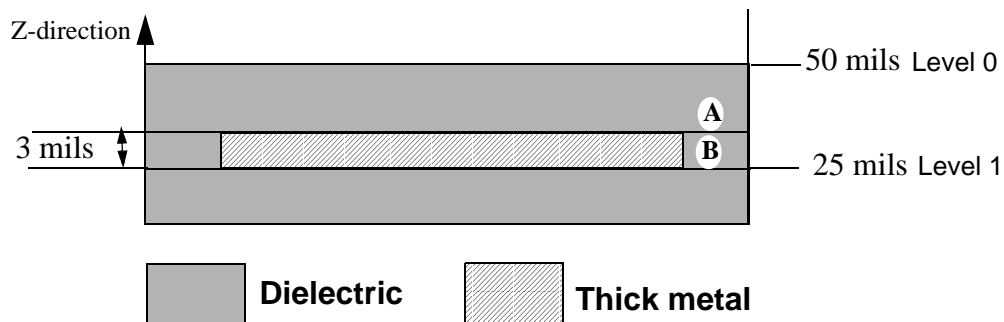
Thick Metal in the Current Density Viewer

Current density viewer で、回路の電流密度の分布を見ることができます。Project editor の Analysis Setup ダイアログボックスで Compute Current Density オプションを選択すると、*em* は回路内のすべての金属のレベルに対して電流密度データを計算します。回路内に、誘電体の内部にとどまる thick metal がある場合には、current density viewer はすべての電流密度データを表示するために、金属の “サレベル” を作ります。

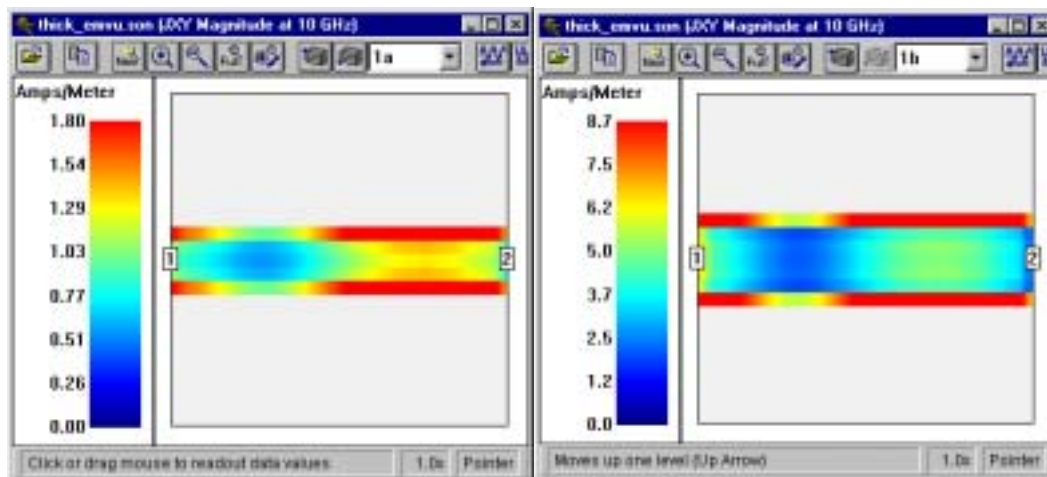
例えば、次の図のようにデフォルトの 2 シートを使った 3 mil 厚の thick metal のある回路があるとしてします。その回路は 25 mil 厚の誘電体層の下レベル #1 の上に置かれています。thick metal の構造の上部は、この誘電体層の上に置

Sonnet User's Guide

かれます。Current density viewer は、レベル 1b と 1a を表示します。ここで 1b は、thick metal が描かれた金属のレベルで、1a は誘電体層内に組み込まれた thick metal の構造の上部です。



以下は current density viewer に表示されたレベル 1a と 1b です。1a は thick metal の構造の上部であり、project editor には表示されないことに注目してください。1b はこの図形が描かれた底部であり、こちらは project editor に表示されます。



Chapter 19 Thick Metal

Current density viewer は必要な分だけ “サブレベル” を作ります。4 枚のシートを持ち、レベル 2 に置かれていると定義された thick metal は、current density viewer では、2a、2b、2c、2d として表示され、2a は thick metal の上部、2d はレベル 2 上に描かれた底部です。