

## Chapter 20 Dielectric Bricks

---

*Em* は主にプレーナ構造を電磁界解析するシミュレータですが回路のどこにでも“誘電体ブリック”を加えることができます。誘電体ブリックとは、回路の1つの層内にはめ込んだ誘電体物質の固まりです。次に示す図をご覧ください。誘電体ブリックは空気を含んだどんな誘電体物質からでもつくることができます。また空気を含んだ他の誘電体からつくられた回路の層の中に置くこともできます。例えば、誘電体ブリックは“空気”と定義した回路層にある誘電体共振ブロックや誘電体基板の回路層にある“空気穴”のような構造体をシミュレートする時に使うことができます。

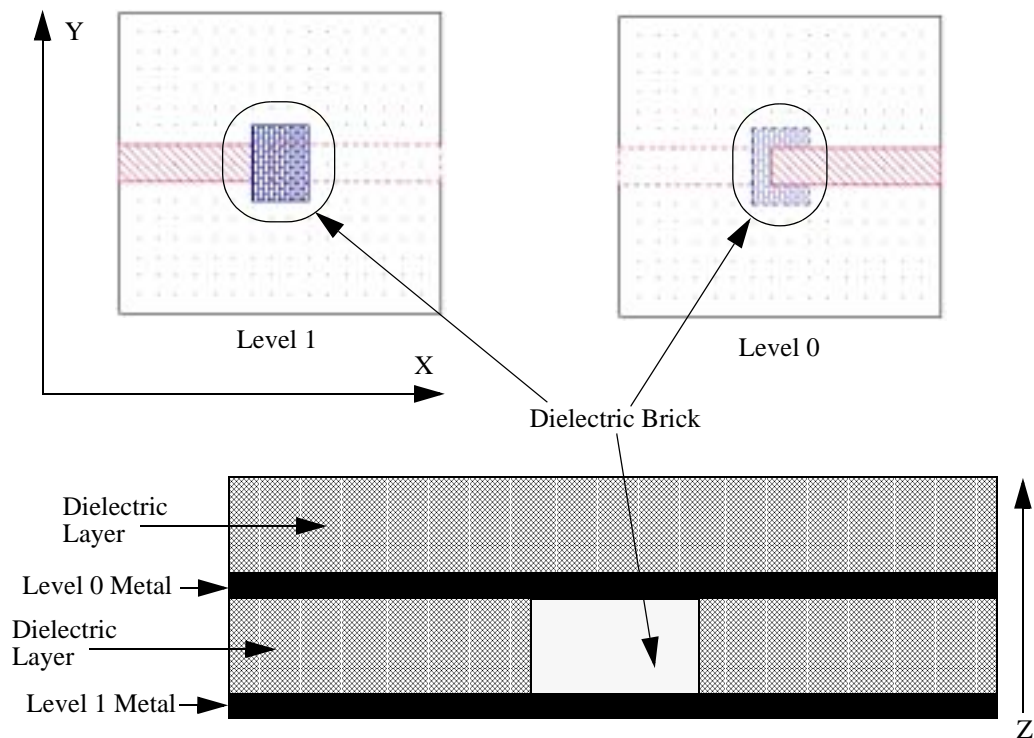


### WARNING

---

誘電体ブリックの使い方を間違えると、結果がかなり不正確になります。誘電体ブリックを使おうとする前に、この章全体を一読されることを強くお勧めします。

---



回路の側面図が上に示されています。

比誘電率、誘電正接や体積導電率として取り得るあらゆる値が誘電体ブリックを設定するのに使用できます。更に異方性誘電体ブリックをつくるために各ディメンションで個々にこれらのパラメータを設定することもできます。

*Em* は大変局所的な誘電体ブリックを使ったシンプルな構造に適していますが、大きな領域にブリックの材質を必要とする設計をするなら、フル3次元電磁界解析ツールが必要になるでしょう。

また、誘電体ブリックを使うと、回路に必要なメモリがかなり増え、シミュレーション時間も長くなります。ブリックは、シミュレーションに極めて高い精度が必要な場合にのみ使われるべきです。

誘電体ブリックが正確にマッピングされない、かなり不正確なデータになってしまうので、誘電体ブリックの使用にはご注意ください。必ず Z 分割の数を倍にしたり ( 或いは半分にする )、回路を再解析したり、2 つの結果を比較することをお勧めします。Z 分割についての情報は、339 ページの "Z-Partitioning " をご覧ください。

## Applications of Dielectric Bricks

誘電体ブリックは誘電体の不連続部または異方性誘電体物質の影響が大きいアプリケーションへの使用が適切です。こうしたアプリケーションとは、誘電体の共振、誘電体のオーバーレイ、エッジ、マイクロストリップ・ストリップ線路の変換、誘電体ブリックとクロスオーバー、マイクロ波伝送線路、キャパシター、モジュールの壁などです。

## Guidelines for Using Dielectric Bricks

### Subsectioning Dielectric Bricks

誘電体ブリックは、誘電体材質の容積をシミュレートします。誘電体ブリックが容積をシミュレートするので、誘電体ブリックは X、Y、Z の方向に分割される必要があります。各方向の分割が増えるほど ( より細かい結果になり )、解析が正確になります。

誘電体ブリックの X/Y 方向の分割は、金属図形の X/Y 方向の分割と同じです。誘電体ブリックと金属図形の X/Y 方向の分割はともに、ユーザの選んだグリッドサイズ、XMIN、YMIN、XMAX、YMAX そして、波長あたりの分割数によって調整することができます。詳しくは第 4 章の "Subsectioning" をご覧ください。

誘電体ブリックの Z 方向の分割は、“number of Z-partitions”のパラメータによって調整されます。このパラメータは、ある特定の誘電体層上にあるすべての誘電体の Z 方向の分割数を指定します。このパラメータの設定のしかたについては、project editor のオンラインヘルプの“Circuit - Dielectric Layers”をご覧ください。

### Using Vias Inside a Dielectric Brick

誘電体ブリック中の via は標準の誘電体層の中の via と同じように取り扱われます。誘電体ブリックの内側に via ポートをつけることはできないことに注意してください。

### Air Dielectric Bricks

誘電体ブリックは何かしらの誘電体材質からできており、どの回路層にも置くことができます。このため、例えば“アルミ”ブリックを“空気”の回路層につくることができます。しかし、この逆のこともいえます。“空気”でできている誘電体ブリックもアルミの回路層につくることができます。このことはよく覚えておいていただきたい重要なことです。作成されたアプリケーションの回路の図形によっては、誘電体の特徴を反対にできるということは回路をシミュレーションするものにし、解析を速くすることができるのです。

## Limitations of Dielectric Bricks

### Diagonal Fill

斜め線状の充填は誘電体ブリックには使われません。すべての誘電体ブリックは“階段状の充填”を使用しなくてはなりません。ですから、カーブしたエッジや丸いエッジを持つ誘電体ブリックは、それに近い形の階段状で近似しなくてはなりません。このような近似によって生じる誤差は X 方向と Y 方向の切り取りを選ぶことによって自由に小さくできるわけです。

### Antennas and Radiation

Far field viewer は誘電体ブリックをサポートしていません。誘電体ブリックを含む回路は far field viewer で解析されますが、誘電体ブリックの放射の影響は解析には含まれません。

### The Agilent Translator, *ebridge*

Agilent 変換ソフトは誘電体ブリックをつくりません。

## Dielectric Brick Concepts

### Creating a Dielectric Brick

Project editor の中で誘電体ブリックをつくるには、次のように行います。

- 1 誘電体ブリックが置かれるべきベースのある回路レベルに移ります。

つくられる誘電体ブリックはこの回路レベルの上に置かれ、次のレベルに押し上がります。誘電体ブリックはグラウンドプレーンを含むすべてのレベルに置くことができます。もしブリックが最高レベルの回路 (レベル 0) に置かれると、金属ボックスの一番上のカバーまで押し上がります。

- 2 ブリックの断面を定義するベース図形を作ります。

Project editor のメインメニューから Tools ⇒ Add Dielectric Brick ⇒ Draw Rectangle または Tools ⇒ Add Dielectric Brick ⇒ Draw Polygon を選択するとベース図形をつくることができます。最初の方法では、点と点をつなげていく方法で任意の形のベース図形の頂点を与えます。またこの方法はいつでもどんな断面形状でも誘電体ブリックをつくるのに使います。しかし、もし断面が矩形であれば、2 つめの方法の方がしばしば早く誘電体ブリックをつくることができます。

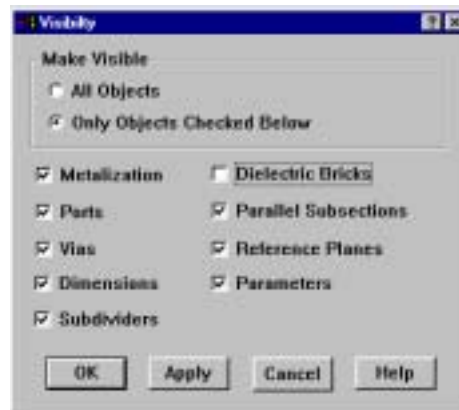
### Viewing Dielectric Bricks

いったん、project editor の中で誘電体ブリックがつけられると、ブリックのベースのある回路レベルとブリックの一番上にある回路レベルの両方からブリックを“見る”ことができます。両方の回路レベルで誘電体ブリックの断面形状を設定する図形が見られます。しかし、図形の明るさは一番上のレベルを見ている時は“暗い色の”図形、ベースのレベルを見ている時は、“明るい色の”図形というように変わってきます。

誘電体ブリックが始まるレベルと終わるレベル以外のレベルからは、誘電体ブリックの輪郭だけが見えます。

2つの異なるレベルの回路からある誘電体ブリックを“見る”ことはできます。しかしカットしたり、コピーしたり、移動させたり、属性を変えるなどしようとしてある誘電体ブリックを指定したいなら、今は Single layer edit モード に入っているので、誘電体ブリックのベースのある回路レベルからしかその指定はできないことに注目してください。Multilayer select モード に入っているならどちらのレベルからも図形は選択可能です。

最後に、project editor の中で誘電体ブリックの表示を “on” か “off” に切り替えることができます。Project editor のメニューから View ⇒ Object Visibility を選択すると以下のような Object Visibility ダイアログボックスが表示されます。



Only Objects Checked Below ラジック ボタンをクリックして見たいものを選び、次に Dielectric Bricks チェックボックスをクリックしてブリックの表示を “off” にします。

これを “off” にすることで回路内に存在するどんなブリックも画面に表示されないようにしたり、選択できないようにしたりすることができますが、回路の中から削除することはしません。誘電体ブリックを再び “on” にするには、View ⇒ Object Visibility を選択し、Dielectric Bricks チェックボックス、或いは All Objects ラジック ボタンをクリックしてください。

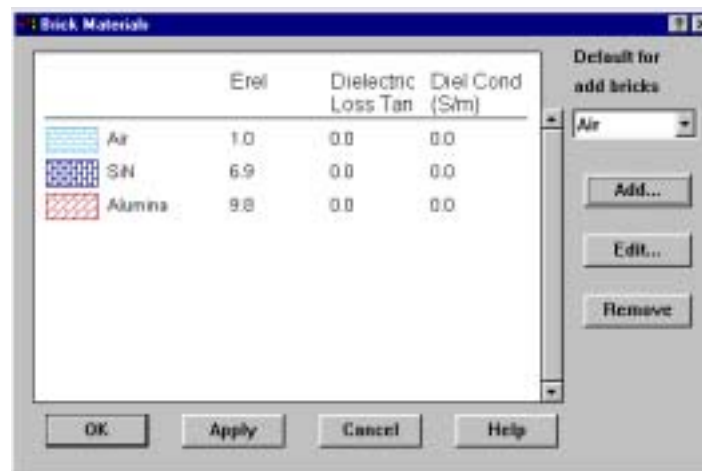
時折、回路が多く、層を有し、金属図形や誘電体ブリックが重なっていると金属の図形や誘電体ブリックがどちらか見分けのつきにくい時もあります。誘電体ブリックを“off”にしておけば、いつもこのような回路を見やすくしてくれます。

### Defining Dielectric Brick Materials

異なる特性を持つ様々な種類の金属を設定できるのと同時に違った値の比誘電率、誘電正接、体積導電率を持つ様々な誘電体ブリックの材質を設定することもできます。

新しい誘電体ブリックの材質を設定したり、今ある材質の特性を変更する時は project editor のメニューから Circuit ⇒ Brick Materials を選択して表示される Brick Materials ダイアログボックスを使用します。

337 ページに示した Brick Materials ダイアログボックスにおいて、前に設定したすべての誘電体ブリックや各ブリック材質に割り当てられた色や埋め込み表示のパターン、またその材質が等方性を持つか持たないかの情報が表示されます。ある特定の誘電体ブリック材質の設定を変更する時は、このダイアログボックスの中に数字を入力して値を変えます。等方性を持たない材質についてはこのダイアログボックスではあらゆるパラメータが表示されている画面だけでは設定しきれず、スクリーンを使っていろいろな設定を行わなければなりません。



もしブリックの種類が等方性を持つ材質であればパラメータの X だけが設定されます。反対にそのブリックの材質が等方性を持たないと設定されれば、各々のパラメータは X、Y、Z 各要素を別々に定義します。もし、あるブリックの材質を等方性を持たせないとすればダイアログボックスの Ani チェックボックスをクリックします。

新しい誘電体ブリックが作られた時、その材質の“デフォルト”もまた Brick Materials ダイアログボックスで設定できます。Default for add bricks ドロップリストからブリックの種類を選びます。一度、デフォルトの材質の種類が設定されると、それ以降につくられるブリックはすべてそのデフォルトの種類に設定されることになります。

### Changing Brick Materials

回路内に既に存在するブリックの材質の種類は次の手続きで変更できます。

- 1 変更したいブリックをクリックするか lasso ( 囲い込み ) します。  
ブリックが強調表示されます。
- 2 Project editor のメインメニューから Modify ⇒ Brick Materials を選択します。  
以下のような Dielectric Brick attributes ダイアログボックスが表示されます。



- 3 Brick と書かれたドロップリストから指定したい材質名を選びます。  
このドロップリストの中にはデフォルトの種類である Air を含む誘電体ブリックに定義されるすべての種類が含まれています。



- 4 OK ボタンをクリックして設定を終了し、ダイアログボックスを閉じます。

### Z-Partitioning

誘電体ブリックは誘電体物質の立体をシミュレートします。ブリックは立体をシミュレートするので、X、Y、Z の寸法で分割 (サブセクション) されることになります。各方向の分割が増えるほど (より細かい結果になり)、解析が正確になります。

X 誘電体ブリックの X/Y 方向の分割は、金属図形の X/Y 方向の分割と同じです。誘電体ブリックと金属図形の X/Y 方向の分割はともに、ユーザの選んだグリッドサイズ、XMIN、YMIN、XMAX、YMAX そして、波長あたりの分割数によって調整することができます。

誘電体ブリックの Z 方向の分割は、(Circuit ⇒ Dielectric Layers を選択してオープンされる) Dielectric Layers ダイアログボックスの Z Parts ボタンをクリックし、次にオープンされる Z Partitions ダイアログボックスでコントロールします。回路の各誘電体層で使う Z Parts の値を入力します。このパラメータはある特定の層にあるすべての誘電体ブリックの Z 方向の分割数を指定します。

ユーザに強制的にこの欄に値を入力させるために、このパラメータのデフォルトはゼロです。1 つの層に誘電体ブリックを使い、Z 分割を設定しない場合は、*em* はエラーを報告し、解析を終了します。解析を実行するためには、このパラメータにゼロでない整数を入力する必要があります。このパラメータの値はユーザの回路の設計にかなり左右されます。その結果、Sonnet は “妥当な” 値を決められません。前の章で説明しましたが、これがユーザが回路に収束テストを実行して、Z 分割に最良の値を決めることをお勧めしている理由です。

Project editor の中でこのパラメータを設定するには、次のように行います。

- 1 Project editor のメインメニューから Circuit ⇒ Dielectric Layers を選択します。

以下のような Dielectric Layers ダイアログボックスが表示されます。



- 2 Dielectric Layers ダイアログボックスの Z-Parts ボタンをクリックします。

Z Partitions ダイアログボックスが画面に表示されます。



- 3 適切な Z Parts 値と入力ブリックに、各誘電体層で使用される Z 方向の分割の数を入力します。

任意の層で値を変更してもその層に誘電体ブリックがなければ解析にはまったく影響しないことに注意してください。層に複数のブリックがあるとそれらのブリックはすべて同様に Z 方向にサブセクションが行われます。同じ層の中にできるいくつかのブリック図形に対し、異なった Z 分割を施すことはできません。