


概要

Tutorial
TU0117 (v2.3) May 21, 2008

このチュートリアルでは、回路図を作成するための方法、PCB ドキュメントにデザイン情報を更新する方法、PCB 配線の製造用出力ファイルを作成する方法について概要を説明します。また、プロジェクトや統合ライブラリの概念についても説明し、3D PCB 環境を概観します。

統一エレクトロニクス製品開発環境 Altium Designer の世界へようこそ。このチュートリアルでは、非安定マルチバイブレータのデザインを例に PCB プロジェクトを作成してみます。

 Altium Designerを使い始めたばかりでしたら、[GU0112 ようこそAltium Designerの開発環境へ](#) を参照してください。インターフェースの説明、パネルの使用方法やデザインドキュメントの管理方法について記載されています。

新規PCBプロジェクトの作成

Altium Designer のプロジェクトは、デザインに関連するすべてのドキュメントと設定へのリンクで構成されています。プロジェクトファイル(例えば、xxx.PrjPCB は、ASCII テキストファイルで、プロジェクト内の、どのドキュメントが関連する出力設定、印刷や CAM なのか、をリスト表示しています。プロジェクトに関連付けられていないドキュメントは『フリードキュメント』と呼びます。PCB、FPGA、組込み (VHDL) パッケージやライブラリパッケージなど、回路図シートや対象とするアウトプットへのリンクは、プロジェクトに追加されます。プロジェクトをコンパイルするとデザインを検証し、ファイル間の同期を取り、比較を行うことができます。例えば、オリジナルの回路図や PCB などを変更すると、プロジェクトのコンパイル時に更新されます。

プロジェクトの新規作成プロセスは、すべてのプロジェクトタイプで同じです。ここでは PCB プロジェクトの例で説明します。まずプロジェクトファイルを作成し、次に空の回路図シートを作成して空のプロジェクトを新しく追加します。このチュートリアルの後半では空の PCB を作成し、同様にプロジェクトに追加します。

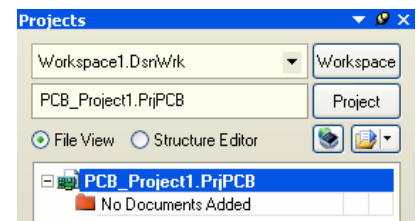
チュートリアルを開始するには、新規 PCB プロジェクトを作成します:

1. メニューから **File » New » Project » PCB Project** を選択するか、**Files** パネルの **New** の項目で **Blank Project (PCB)** をクリックします。このパネルが表示されない場合、**Files** を、メインデザインウィンドウの右下にある **System** ボタンから選びます。

あるいは、Altium Designer Home Page (**View » Home**) の **Pick a Task** の項目の **Printed Circuit Board Design** を選択してから **New Blank PCB Project** をクリックします。

2. **Projects** パネルが表示されます ()。パネルには新しいプロジェクトファイルである PCB Project1.PrjPCB が表示されますが、ドキュメントは追加されません。
3. **File » Save Project As** を選択して、新規のプロジェクトファイル (拡張子 .PrjEmb) の名称を変更します。プロジェクトを保存するハードディスク上のディレクトリに移動し、**File Name** フィールドでファイル名 Multivibrator.PrjPCB を入力して **Save** をクリックします。

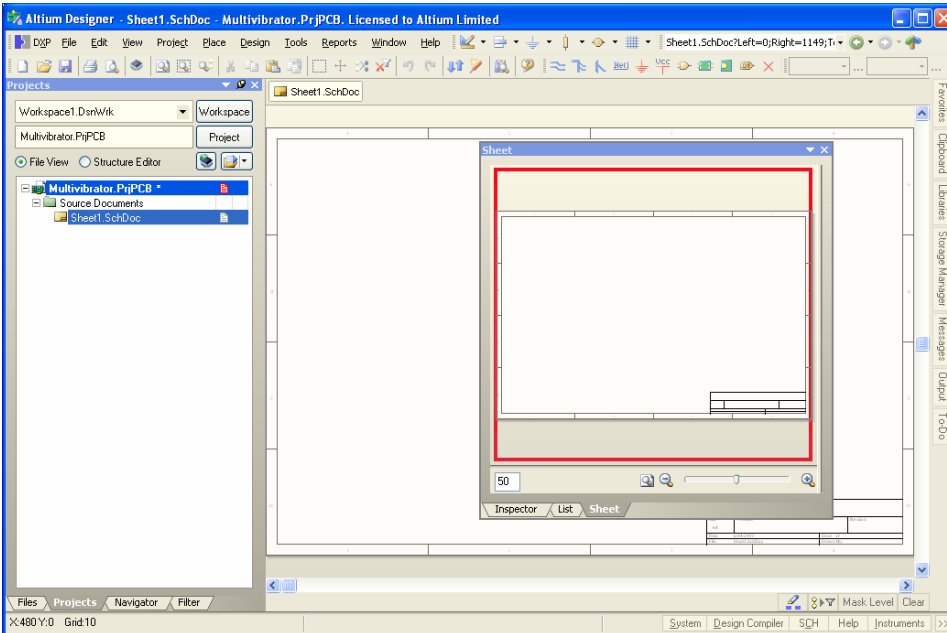
次に、空のプロジェクトファイルに追加する回路図を作成します。ここでは、非安定マルチバイブレータの回路図を作成します。



新規回路図シートの作成

新規の回路図シートを作成するには、次のステップを実行します:

1. **File** » **New** » **Schematic** を選択するか、**Files** パネルの **New** セクションで **Schematic Sheet** をクリックします。デザインウィンドウに、Sheet1.SchDoc というブランクの回路図シートが表示され、回路図ドキュメントは自動でプロジェクトに追加（リンク）されます。回路図シートは、**Projects** タブ内でプロジェクト名の下での **Source Documents** フォルダ内にリストされます。



2. **File** » **Save As** を選択して、新規の回路図ファイル（拡張子 .SchDoc）の名称を変更します。プロジェクトを保存するハードディスク上のディレクトリに移動し、**File Name** フィールドでファイル名 `Multivibrator.PrjPCB` を入力して **Save** をクリックします。

空の回路図シートを開くと、ワークスペースが切り替わったことがわかります。メインツールバーには新しいボタンが追加され、新しいツールバーが表示されてメニューバーに新しいアイテムが加わり、**Sheet** パネルが表示されます。これが回路図エディタです。

このワークスペースはさまざまにカスタマイズすることができます。例えば、パネルやツールバーの位置を変更したり、メニューやツールバーのコマンドをカスタマイズしたりすることができます。

これでプロジェクトに空の回路図を追加できたので、回路の作成に移ります。

プロジェクトへ回路図シートを追加

プロジェクトファイルに追加したい回路図シートがフリードキュメントとして開いている場合は、**Projects** パネルでプロジェクト名を右クリックし、**Add Existing to Project** を選択します。フリードキュメント名を選択し、**Open** をクリックします。あるいは、**Projects** パネルのプロジェクトドキュメントリストの中に、フリードキュメントをドラッグ&ドロップします。回路図シートは、**Projects** タブでプロジェクト名の下での **Source Documents** の下にリストされ、プロジェクトファイルにリンクされます。

回路図オプションの設定

回路を作図する前に、適切なドキュメントオプションを設定します。以下の手順で設定します。

1. メニューから **Design** » **Document Options** を選択すると、*Document Options* ダイアログが表示されます。このチュートリアルはこの場面で必要な変更は、シートサイズを標準の A4 の大きさに設定することだけです。**Sheet Options** タブの **Standard Styles** フィールドで設定します。エントリの隣にある矢印をクリックすると、シートスタイルが表示されます。
2. **A4** を選択、**OK** ボタンをクリックすると、ダイアログが閉じてシートサイズが更新されます。
3. ドキュメント全体を再表示するために **View** » **Fit Document** を選択します。

Altium Designer では、メニューホットキー（メニュー名の下線が引かれた文字）を押すとそのメニューが表示されます。また、いくつかのサブメニューにも、項目をすぐに実行できるホットキーが割り当てられています。例えば、**View** » **Fit Document** を選択するショートカットは、**V** キーを押し、続いて **D** キーを押します。多くの場合、**Edit** » **DeSelect** のようなサブメニューは直接呼び出すことができます。**Edit** » **DeSelect** » **All on Current Document** メニューを実行するには、**X** キーを押して **DeSelect** メニューを直接呼び出し、続いて **S** キーを押します。

次に、回路図の環境設定を行います。

1. **Tools** » **Schematic Preferences** [ショートカット **T, P**] を選択し、回路図 *Preferences* ダイアログを開きます。このダイアログでは、作業する回路図シートすべてに適用するグローバル環境を設定します。
2. セレクションツリー（ダイアログの左側）の **Schematic – Default Primitives** をクリックしてページをアクティブにし、**Permanent** オプションを有効にします。**OK** ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。
3. 回路の作成を始める前に、**File** » **Save** [ショートカット **F, S**] を選択して、この回路図シートを保存します。

Altium Designer では Undo (元に戻す)機能が複数回使えるので、直前の操作を何度でもやり直せます。Undo の最大回数は、お使いの PC のメモリが許す限り、ユーザーが自由に設定できます。

回路図シートはドキュメントのテンプレート (.schdot) として保存できるので、会社のタイトルブロックやロゴなど、固有の情報を含めることができます。

回路図の作成

これで回路図を作成する準備ができました。このチュートリアルでは以下(図1)の回路を使用します。ここでは、2個の2N3904トランジスタを使用した自動起動型の非安定マルチバイブレータ回路を作成します。

コンポーネント(部品)の検索とライブラリの読み出し

Altium Designerに数多く用意されている回路図シンボルを管理するため、回路図エディタは高度なライブラリ検索機能を提供しています。必要とするコンポーネントは、デフォルトで登録されているライブラリ内にありますが、コンポーネントを見つけるためにライブラリを検索する方法を知ることが重要です。以下の手順を実行して、このチュートリアルの回路を作成するために必要なライブラリの検索と登録を行います。

まずトランジスタを検索します。使用するトランジスタはどちらも2N3904です。

1. **Libraries** タブをクリックすると、**Libraries** パネルが表示されます。
2. **Libraries** パネルの **Search** ボタンを押すか、**Tools** » **Find Component** を選択すると、**Libraries Search** ダイアログが表示されます。
3. **Options** にある **Search in** ドロップダウンが **Components** になっていることを確認してください。ライブラリの検索には、別の規範を使う他のオプションもあります。
4. **Scope** が **Libraries on Path** に設定されていること、そして **Path** フィールドには使用するライブラリへのパスが正しく入力されていることを確認します。Altium Designerのインストール時にデフォルトディレクトリを指定した場合、ライブラリへのパスは、**Library** になります。必要なら、フォルダアイコンをクリックし、ライブラリフォルダを確認します。**Include Subdirectories** ボックスが選択されていない(チェックが入っていない)ことを確認します。
5. 部品の名前に3904という文字がある部品をすべて検索してみます。まず、**Libraries Search** ダイアログの上部のクエリ入力欄に*3904*と入力します。*(アスタリスク)は、メーカーごとに異なる接頭辞や接尾辞が挿入されていることを考慮して使用するワイルドカードです。
6. **Search** ボタンをクリックして、検索を開始します。検索が始まると、結果が**Libraries** パネルに表示されます。
7. **Miscellaneous Devices.IntLib** ライブラリで見つけたコンポーネント名2N3904をクリックして選択します。このライブラリは、シミュレーションで使用可能なすべてのBJTトランジスタ用のシンボルがあります。
8. まだインストールされていないライブラリに属するコンポーネントを選んだ場合は、コンポーネントを回路図に配置する前にライブラリを確認するように求められます。ここで必要な**Miscellaneous Devices.IntLib** ライブラリはデフォルトで既にインストールされているので、コンポーネントは直ぐに配置することができます。

追加したライブラリは、**Libraries** パネルのドロップダウンリストの中に表示されるようになります。上側のリスト内のライブラリ名をクリックすると、ライブラリ中のコンポーネントが下側に表示されます。パネルのコンポーネントフィルターは、ライブラリ内のコンポーネントを素早く探すのに使えます。

回路図へのコンポーネントの配置

最初に回路図へ配置するコンポーネントは、2個のトランジスタ、Q1とQ2です。回路の一般的なレイアウトに関しては、図1に示した回路図を参照してください(図1)。

1. **View** » **Fit Document** [ショートカット: **V, D**]を選択し、回路図シートをウィンドウいっぱいに広げます。
2. **Libraries** タブをクリックして、**Libraries** パネルを表示させます。

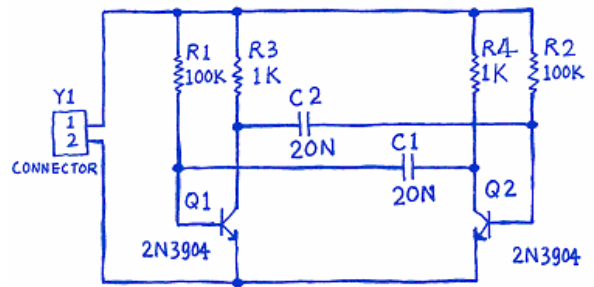
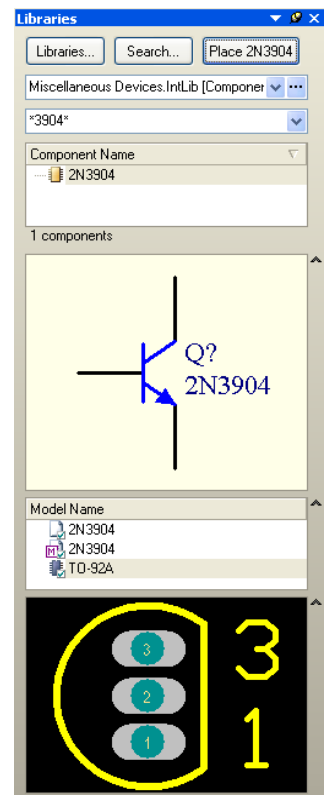
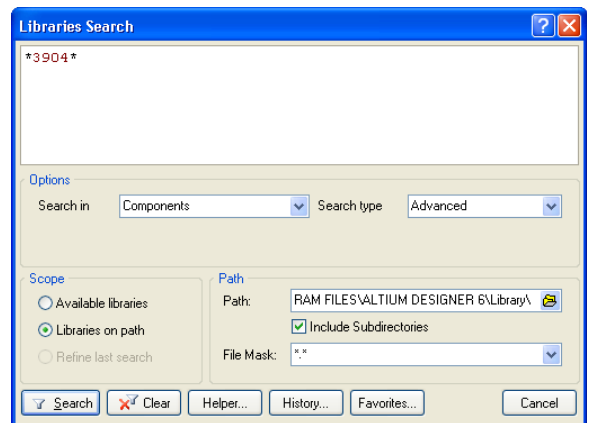
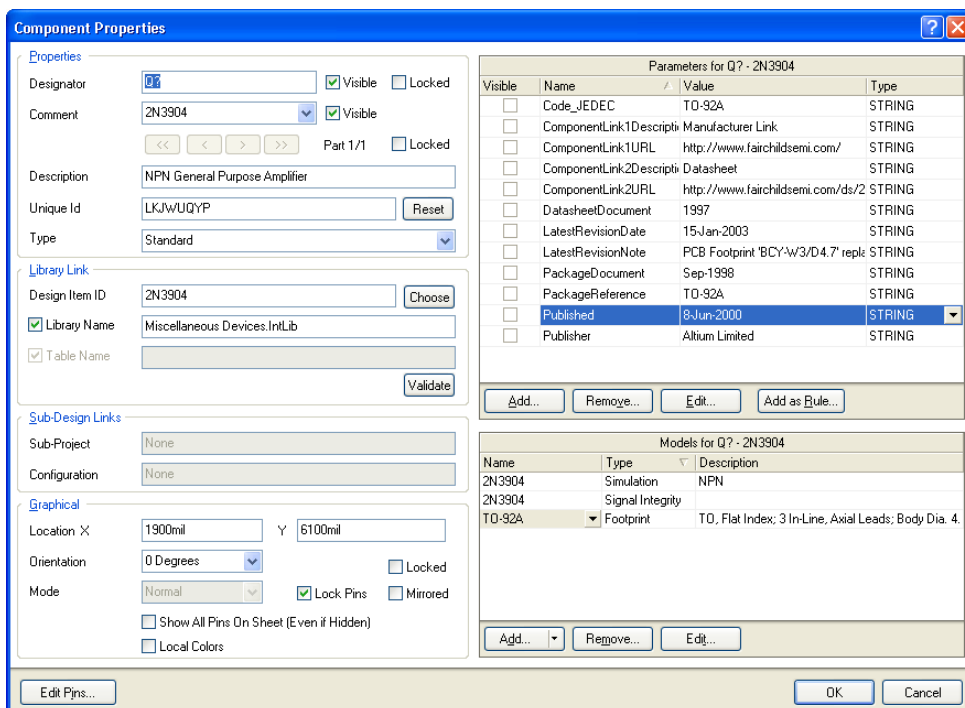


図1 非安定マルチバイブレータ



- Q1 と Q2 は BJT トランジスタです。Miscellaneous Devices.IntLib ライブラリをアクティブにするため、**Libraries** パネル上部のドロップダウンリストから選択してください。
- 必要に応じてフィルタを使うと、コンポーネントが素早く探せます。デフォルトのワイルドカード(*) は、ライブラリ内で見つかるすべてのコンポーネントを表示します。ライブラリ名の下フィルタフィールドに *3904* と入力して、フィルタを設定します。Component Name フィールドの一部にテキスト "3904" を含むコンポーネントのリストが表示されます。
- リストの **2N3904** をクリックで選択し、**Place** ボタンをクリックします。あるいは、コンポーネント名をダブルクリックします。カーソルが十字形に変わり、配置のため自由に動かせるトランジスタのシルエットがカーソルの上に浮かびます。今は、部品の配置モードになっています。カーソルを動かすにつれてトランジスタのシルエットも一緒に動きます。
- 回路図に部品を配置する前に、まず、その属性を編集します。トランジスタがカーソルの上に浮いている状態で、**TAB** キーを押します。この操作で *Component Properties* ダイアログが開きます。下記のようなダイアログでオプションを設定します。



回路図コンポーネントと PCB コンポーネントのリンクがフットプリントです。回路図用のフットプリントは、ネットリストを読み込んだときに PCB ライブラリから読み込まれます。回路図コンポーネントをダブルクリックすると、フットプリントが指定されます。

- ダイアログの **Properties** で、最初のコンポーネント識別子の値を **Designator** フィールドに Q1 と入力して設定します。
- 次に、フットプリントを確認します。フットプリントは、PCB 上のコンポーネントを表すために使われます。このチュートリアルでは、フットプリント用と回路シミュレーション用の推奨モデルが既に含まれている統合ライブラリを使用します。フットプリントの名前を確認してください。
□TO-92A -92A が **Models** リストに含まれています。すべてのフィールドをデフォルトのままに残して **OK** をクリックし、ダイアログを閉じます。

これで部品を配置する準備ができました。

- カーソルを動かして (トランジスタのシンボルと一緒に)、トランジスタをシートの中央からやや左に配置します。トランジスタを配置する場所を決めたら、**ENTER** をクリックして回路図にトランジスタを配置してください。
- カーソルを動かすと、トランジスタのコピーが回路図に配置されていることがわかります。まだ、部品の配置モードが続いていて、カーソルの横には部品のシルエットが浮かんでいます。この Altium Designer の機能により、同じタイプの部品を何個でも配置することができます。さて、二つ目のトランジスタを配置してみましょう。このトランジスタは一つ目のものと同じものなので、配置の前に属性を編集する必要はありません。Altium Designer は一連の部品を配置する際、自動的にコンポーネントの識別子を増分させています。このケースでは、二つ目のトランジスタに自動的に Q2 が指定されます。
- 回路図ダイアグラム (図 1) 参照すると、Q2 は Q1 に対して鏡面反転になっていることがわかります。トランジスタの方向を反転させるため、カーソルの上に浮いている状態で **X** キーを押します。この操作はコンポーネントを水平方向に反転させます。
- カーソルを Q1 の右のほうへ移動させます。コンポーネントをより正確に配置するには、**PAGE UP** キーを 2 回押して、2 段階ズームさせてください。グリッドラインが見えるはず

編集モードや配置モードのとき (十字カーソルのとき) は、ドキュメントウィンドウの端にカーソルを移動させて、シートを自動的にスライドさせることができます。

スライドさせすぎたときは、ショートカット V, F (View » Fit All Objects) を選択すると、回路図の全体表示に戻ります。この操作はオブジェクトの配置中にも行えます。

以下のキーを使って、部品のシルエットを操作できます。

- Y 垂直方向に反転します
- X 水平方向に反転します
- スペースバー 90 度刻みで反時計回りに回転します

です。

5. 部品的位置を決めたら、クリックするか、**ENTER** を押して、Q2 を配置します。保持されているトランジスタのコピーは、再び回路図に配置できます。次のトランジスタがカーソルの上に浮かんでいて、配置されるのを待っています。
6. 必要なトランジスタはすべて配置したので、マウスの右クリックか、**ESC** キーを押して部品の配置モードを抜けます。カーソルは元の矢印に戻ります。

次に2つの抵抗を配置します。

1. **Libraries** パネルで、Miscellaneous Devices.IntLib ライブラリがアクティブになっていることを確認します。
2. ライブラリ名の下フィルタの項目に `res1` と入力しフィルタを設定します。
3. コンポーネントリストの **Res1** をクリックして選択し、**Place** ボタンをクリックします。カーソル上に抵抗のシンボルが表示されます。
4. **TAB** キーを押して、抵抗の属性を編集します。ダイアログの **Properties** で、最初のコンポーネント識別子の値を **Designator** フィールドに `R1` と入力して設定します。
5. フットプリントの名前を確認してください。AXIAL-0.3 が **Models** リストに含まれています。
6. 回路図コンポーネントの **Comment** フィールドの内容は、PCB コンポーネントの **Comment** フィールドにマッピングされます。通常は、抵抗値をここで入力しておく方がよいでしょう。R1 の **Comment** フィールドに `R1100K` の値を入力します。

回路図上に配置されたオブジェクトの属性を編集するには、オブジェクトをダブルクリックして、**Component Properties** ダイアログを開き

シミュレートされたコンポーネントには、定義可能なシミュレーション特性の番号が付けられています(例：抵抗なら1、BJTには5、MOSFETに3、など)。これらの特性は、パラメータで定義されています。この回路をシミュレートしたい場合は、名が値を示し、値が抵抗であることを示すようなパラメータで抵抗値を定義しなくてはなりません。

シミュレーションとPCBレイアウトの両方のためにキャプチャされた回路には、2種類以上の値 (Value と呼ばれる値、および Comment フィールド) を入力します。Altium Designer II 間接的にパラメータの文字を Comment フィールドにマッピングする機能をサポートしています。クリックで Comment フィールドのドロップダウンリストを表示させると、ソフトウェアが自動的にすべての既存パラメータのリストを生成します。中のひとつの値を Comment フィールドにマッピングしてください。

7. ここでは、シミュレーションを実行しないので、**Value** パラメータ用の **Visible** オプションを無効にしてください。
8. **SPACEBAR** を押して、抵抗を90度刻みで回転させ、正しい方向に向けます。
9. 抵抗の位置をQ1の上に決めて(図1の回路図参照)、クリックまたは**ENTER** を押し、部品を配置します。まだ、抵抗がトランジスタに接続してなくても構いません。すべての部品は後で配線します。
10. 次に、別の100K抵抗R2をQ2の上に配置します。二番目の抵抗を配置すると、識別子が自動的に増分されます。
11. さらに残りの1K抵抗、R3とR4が残っています。**TAB** キーを押し、**Component Properties** ダイアログを表示させます。**Comment** に `1K` を入力し、**Value** パラメータ用の **Visible** オプションを無効にしてください。**OK** ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。
12. 位置を決めて、R3とR4を図1の回路図ダイアグラムのとおりに配置します。右クリックか**ESC** を押して、部品の配置モードを抜けます。

次に2つのコンデンサを配置します。

1. コンデンサの部品は、**Libraries** パネルで既に選択されている Miscellaneous Devices.IntLib ライブラリにあります。
2. **Libraries** パネル内のコンポーネントのフィルタ欄に `cap` と入力します。
3. コンポーネントリストの **CAP** をクリックして選択し、**Place** ボタンをクリックします。カーソル上にコンデンサのシンボルが表示されます。
4. **TAB** キーを押して、コンデンサの属性を編集します。**Component Properties** ダイアログで、**Designator** を `C1` に、**Comment** を `20n` に設定します。**Value** パラメータ用の **Visible** オプションを無効にして、**Models** リストのPCBフットプリントのモデルに `RAD-0.3` が選択されていることを確認します。**OK** をクリックします。
抵抗と一緒に、この回路をシミュレーションしたい場合は、**Value** パラメータに `20n` の値が必要です。この場合、容量を **Value** パラメータに定義し、間接機能を使って、値の内容を Comment フィールドにマッピングしてください。ここでは、シミュレーションを実行しないので、**Value** パラメータ用の **Visible** オプションを無効にしてください。
5. 1つ目と同じようにして、2つ目のコンデンサの位置を決め、配置してください。
6. 右クリックか**ESC** を押して、配置モードを抜けます。

オブジェクトの再配置は、カーソルを直接オブジェクトの上に置き、左マウスボタンでクリック、そのまま新しいポジ

配置を要する最後のコンポーネントはコネクタです。Miscellaneous Connectors.IntLib にあります。

1. **Libraries** パネルのライブラリリストから **Miscellaneous Connectors.IntLib** を選択します。欲しいコネクタは、2ピンソケットなので、フィルタに*2*を設定します。
2. パーツリストから **Header 2** を選択し、**Place** ボタンをクリックします。**TAB** キーを押して、属性を編集し、**Designator** に Y1 を設定、PCB フットプリントモデルが HDR1X2 であることを確認します。回路シミュレーション時にこのコンポーネントを電源と置き換えたい場合は、**Value** パラメータは不要です。**OK** ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。
3. コネクタを配置する前に、**X** を押して水平方向に反転させ、正しい方向に向けます。回路図上でコネクタをクリックして配置します。
4. 右クリックか **ESC** を押して、部品の配置モードを抜けます。
5. メニューから **File** » **Save** [ショートカット **F, S**] を選択して、回路図を保存します。

これですべてのコンポーネントを配置しました。図2のコンポーネント間には余裕があり、各コンポーネントのピンを配線するには間隔が広く開いていることに注意してください。これは実は重要なことです。なぜなら、ピンからピンへ、コンポーネントを横切って配線することはできないからです。部品の両側のピンを配線に接続します。

コンポーネントを動かしたい場合は、コンポーネント本体をクリック、そのまま新しい位置へドラッグしてください。

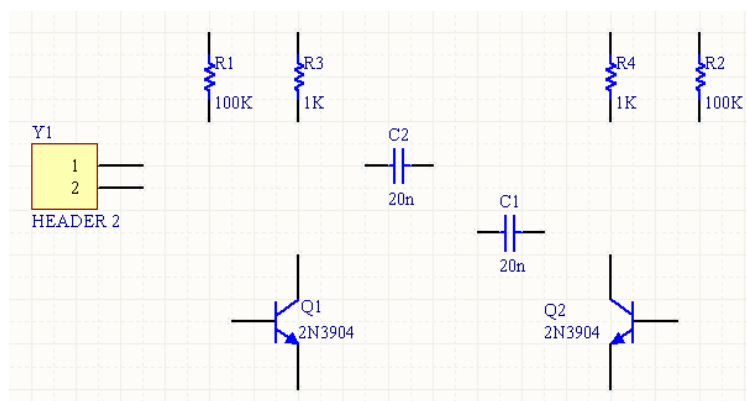


図2 すべての部品が配置された回路図

回路の配線

配線は、回路の様々なコンポーネント間の接続を作成する作業です。回路の配線は図1のダイアグラムのとおり、以下のようなステップで行います。

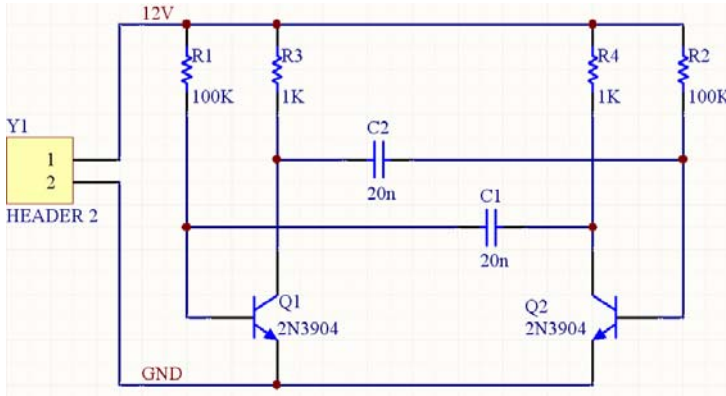
1. 回路図シートがちゃんと見えるように、**PAGE UP** キーでズーム、または **PAGE DOWN** キーでズームダウンさせます。**CTRL** キーを押しながら、マウスホイールを動かしてみる、あるいは、マウスホイールを押したまま、マウスを上下に動かすと、ズームイン、ズームアウトの操作ができます。試してみてください。
2. 最初に、抵抗 R1 をトランジスタ Q1 のベースに、次のようにして配線します。**Place** » **Line** [ショートカット **P, W**] をメニュー から選択するか、**Wire** ツールを **Wiring** ツールバーからクリックして、ワイヤ配置モードに入ります。カーソルが十字形に変わります。
3. カーソルを R1 の下端の上に置きます。正しく置くと、赤い接続マーカ(大きなアスタリスク)がカーソル位置に表示されます。これは、カーソルがそのコンポーネントの信号接続ポイントの上にあることを示しています。
4. クリックするか、**ENTER** キーを押して、最初の配線ポイントを固定します。カーソルを動かすと、カーソルの位置から固定したポイントへ、配線が伸びていきます。
5. R1 の下側へカーソルを動かし、Q1 のベースレベルに置きます。クリックするか、**ENTER** キーを押して、このポイントに配線を固定します。1つ目と2つ目の固定(アンカー)ポイント間に配線が引かれました。
6. Q1 のベースの上にカーソルを置き、カーソルが赤い接続マーカに変わるようにします。クリックするか、**ENTER** キーを押して、Q1 のベースに配線を接続します。

配線や、その他の図形オブジェクトの形状をグラフィカルに編集するには、いったん配置した後、矢印カーソルでその図形を再度クリックします。

配線がコンポーネントの接続ポイントに到達したり、別の配線上で終了したりする場合、Altium Designer は自動的に接点を作成します。配線の引き直しでは、以下の点に注意してください。

- クリックするか、**ENTER** キーを押して、カーソル位置に配線を固定します。
- **BACKSPACE** を押すと、最後の固定ポイントが削除されます。
- 配線の最後のセグメントを配置した後は、右クリックか、**ESC** キーを押すと、配線の引き回しが終了します。- カーソルが十字形のままのときは、別の配線の引き直しを開始できます。
- 再度右クリックするか、**ESC** を押すと、配線の引き直しモードを抜けます。

- カーソルは十字形のままなので、このまま、別の配線を引くことができます。配置モードを完全に抜け、矢印カーソルに戻るには、右クリックか、**ENTER** キーを押しますが、今はやめておきましょう。
- 次に、C1 を Q1 と R1 に配線します。カーソルを C1 の左側の接続ポイントの上に置いて、クリックするか、**ENTER** キーを押して、新しい配線を開始します。カーソルを水平に動かして、Q1 のベースと R1 を接続する配線の真上に来るようにします。接続マーカが表示されます。クリックするか、**ENTER** キーを押して配線セグメントを配置します。次に右クリックするか、**ESC** キーを押して配線の引き回しを終わらせます。2つの配線が自動的に接続される様子をご覧ください。
- 残りの回路を配線します。図3をご覧ください。



ピンの終端で交差する配線は、接点を削除しても、そのピンに接続されています。先に進む前に、実際に作成した回路が、図3のようになっていることを確認してください。

図3 すべての配線された回路図

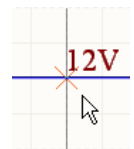
- すべての配線の配置が終了したら、右クリックするか **ESC** キーを押して、配置モードを抜けます。カーソルが矢印に戻ります。
- 配置されたコンポーネントを動かして、接続された配線を一緒に引き直したい場合は、**CTRL** キーを押したまま、コンポーネントを動かしてください。あるいは、**Move » Drag** を選択してください。

ネットとネットラベル

それぞれ他のコンポーネントに接続されたコンポーネントピンの各セットは、「ネット」と呼ばれるものを構成することになります。たとえば、あるネットは、Q1のベース、R1のピンを1つ、C1のピンを1つ含んでいます。

設計図内にある重要なネットを容易に識別できるようにするため、「ネットラベル」を貼っておくことができます。2つの電源ネットにネットラベルを貼るには、次のようにします。

- Place » NetLabel** [ショートカット **P, N**] を選択します。点線ボックスがカーソルの上に浮かびます。
- 配置する前にネットラベルを編集するには、**TAB** キーを押して **Net Label** ダイアログを表示してください。
- Net** フィールドに 12V を入力し、**OK** をクリックしてダイアログを閉じます。
- ネットラベルの左下が回路図の配線の少し上に触れるように、ネットラベルを動かします。ネットラベルが配線に触れるところで、カーソルが赤い十字に変わります。交差する線が明るい灰色になった場合は、ネットではなく、ピンにラベルが付きます。
- 最初のネットラベルを配置した直後は、まだネットラベルの配置モードのままです。もう一度 **TAB** キーを押すと、二つ目のネットラベルを配置前に編集できます。
- Net** フィールドに GND を入力、**OK** をクリックしてダイアログを閉じ、ネットラベルを配置します。
- ネットラベルの左下が回路図の配線の少し下に触れるように、ネットラベルを動かします。右クリックか、**ESC** を押すと、ネットラベルの配置モードを抜けます。
- File » Save** [ショートカット **F, S**] を選択して回路を保存してください。プロジェクトも同様に保存します。



お疲れ様でした。これで、Altium Designer を使った最初の回路図の作成が完了しました
回路図を基板に変換する前に、プロジェクトのオプションを設定しましょう。

プロジェクトオプションの設定

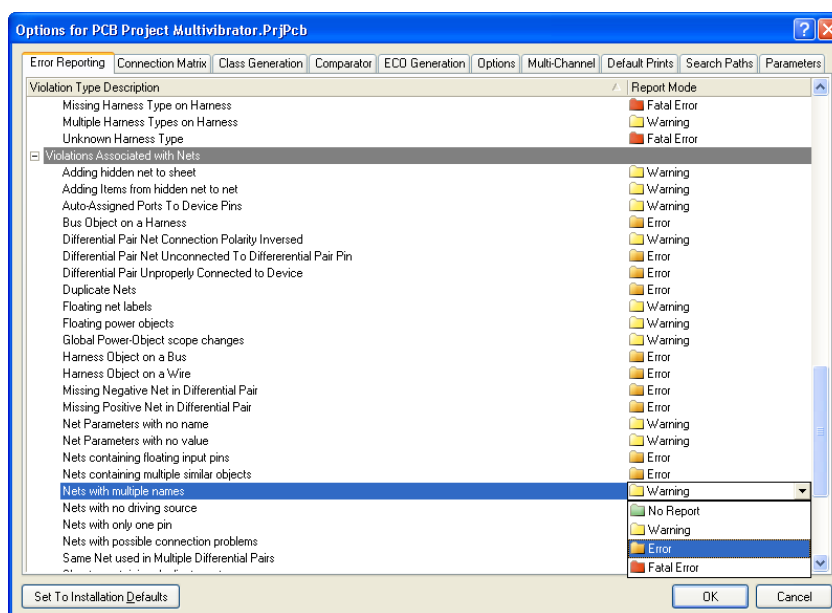
プロジェクトオプションには、エラーチェックのパラメータ、接続マトリクス、クラスジェネレータ、コンパレータ設定、ECO生成、出力パスとネットリストのオプション、Multi-Channelの命名フォーマット、Default Printの設定、Search Paths、その他のプロジェクトパラメータが含まれています。Altium Designerはこれらの設定をユーザがプロジェクトをコンパイルする際に使用します。

プロジェクトがコンパイルされると、エレクトロニクス設計上の包括的なルールがデザインの検証に使用されます。すべてのエラーが解決すると、再コンパイルされた回路図の設計がターゲットとなるドキュメント（たとえば、PCBドキュメントなど）にロードされます。プロジェクトコンパレータによって、ソースとターゲットのファイル間の差異や双方で更新された差分を発見することができます。

プロジェクトに関するすべての操作、たとえば、エラーチェック、ドキュメントの比較、ECO生成などは、*Options for Project* ダイアログで設定されます（**Project** » **Project Options**）。

プロジェクトの出力、たとえば、アセンブリや製造用の出力やレポートは、**File**メニューのオプションから設定できます。ジョブオプションについても、ジョブオプションファイルで設定できます（**File** » **New** » **Output Job File**）。詳細は、[出力ドキュメント](#)をご覧ください

1. **Project** » **Project Options** を選択します。
Options for ... Project ダイアログが開きます。
2. プロジェクトに関するオプションはこのダイアログで設定します。ここでは、**Error Reporting**、**Connection Matrix**、**Comparator** タブでいくつか変更してみましょう。



回路図の電気的特性のチェック

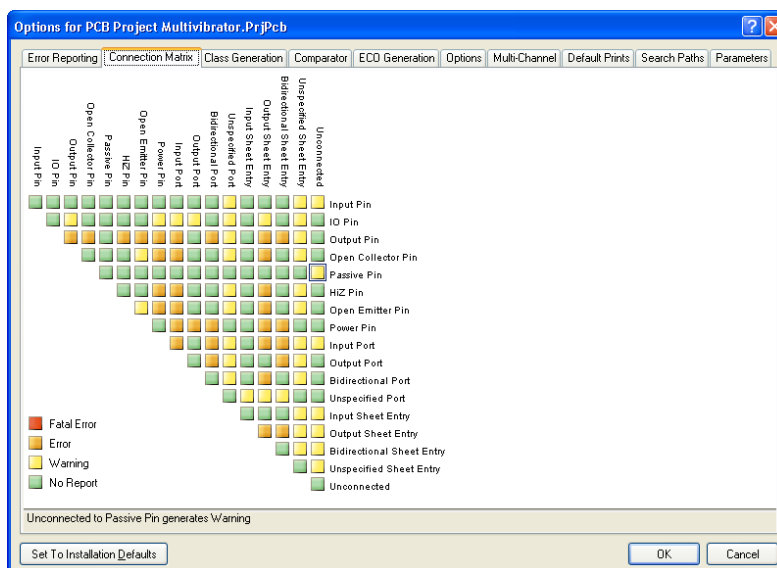
Altium Designerにおける回路図ダイアグラムには、単純な描画以上の能力があります。つまり、回路についての電気的な接続情報が含まれています。この接続情報を使うと、設計を検証することができます。プロジェクトのコンパイル時に、Altium Designerは、**Error Reporting** や **Connection Matrix** タブに設定されたルールに従って、エラーチェックを行います。また、違反事項はすべて **Messages** パネルに表示されます。

Error Reportingの設定

Options for ... Project ダイアログの **Error Reporting** タブは、デザイン作図のチェックに使用されます。**Report Mode** の設定は、違反の深刻さのレベルを表しています。設定を変える場合は、変更したい違反事項の隣で **Report Mode** をクリックし、深刻さのレベルをドロップダウンリストから選んでください。このチュートリアルでは、デフォルトの設定を使用します。

接続マトリクスの設定

Connection Matrix タブ (*Options for ... Project* ダイアログ)は、ピン間、ポート間、シートエントリなど、デザイン内の電気的接続をチェックするエラーレポートが生成したエラータイプの深刻さを表示します。マトリクスは、回路図上の接続ポイントと許容できるかどうかの異なるタイプをグラフィカルに表わしたものです。



たとえば、マトリクスダイアグラムの右側にあるエントリを下へたどって、**Output Pin** を見つけてください。マトリクスのこの行をたどって、**Open Collector Pin** の列まで進みます。交差したところの四角形はオレンジ色なので、回路図上で Open Collector Pin に接続している Output Pin が、プロジェクトをコンパイルした際に Error の状態になったことを示しています。それぞれのエラータイプには、No Report (問題無し) から、Fatal Error (致命的エラー) まで、別々のエラーレベルが設定できます。右クリックで、全マトリクスを制御するメニューオプションを見ることができます。

接続マトリクスの変更は次のとおりです。

1. *Options for ... Project* ダイアログの **Connection Matrix** タブをクリックします。
2. **Output Sheet Entry** と **Open Collector Pin** など、二つの接続タイプが交差しているボックスをクリックします
3. “オレンジ色のボックスは、この接続についてエラーが生成されたことを表します” など、説明にあるとおりのエラーの色に変わるまで、ボックスをクリックします。

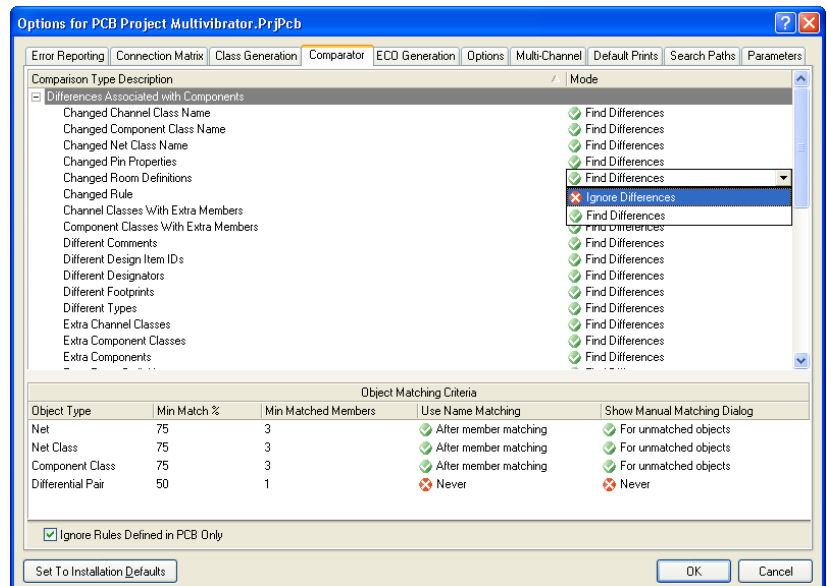
このチュートリアルで使用する回路には、Passive Pins (抵抗、コンデンサ、コネクタ) と Input Pins (トランジスタ) しかありません。接続マトリクスが未接続のパスピンを検出したかどうか、見てみましょう。

1. 行のラベルを下へたどって、**Passive Pin** を見つけます 列のラベルをたどって、**Unconnected** を見つけます *passive pin* の *unconnected* (未接続) が検出された場合、二つのエントリが交差した四角形がエラー状態を表示します。デフォルトは緑色の四角形で、レポートが生成されなかったこと (問題無し) を表します。
2. この交差ボックスを黄色に変わるまでクリックして、プロジェクトのコンパイル時、未接続のパスピンに対して警告が生成されるようにします。ここで、わざとこのエラーを生成するインスタンスを作ってみましょう。後ほど、このチュートリアルで確認します。

コンパレータの設定

Options for ... Project ダイアログの **Comparator** タブは、プロジェクトのコンパイル時に、ファイル間のどの相違をレポートし、あるいは無視するかを設定します。このチュートリアルでは、階層的な回路図設計を参照するためだけに、機能間の相違を表示する必要はありません。コンポーネントクラスを無視しなくてはならないときに、うっかりコンポーネントを無視したりしないようにしてください。

1. **Comparator** タブをクリックします。**Changed Room Definitions**、**Extra Room Definitions**、**Extra Component Classes** が、**Differences Associated with Components** のセクションにあります。
2. 上記の各オプションの右側にある **Mode** の列のドロップダウンのリストから、**Ignore Differences** を選択します。



これで、プロジェクトをコンパイルし、エラーを確認する準備ができました。

プロジェクトのコンパイル

プロジェクトのコンパイルでは、デザインドキュメントの描画や電氣的なルールのエラーを確認し、デバッグ環境に切り替えます。 *Options for Project* ダイアログの **Error Checking** や **Connection Matrix** タブには、既にルールを設定しました。

1. 作成中の Multivibrator プロジェクトをコンパイルするには、**Project » Compile PCB Project...** を選択します。
2. プロジェクトがコンパイルされると、警告やエラーが **Messages** パネルに表示されます。パネルをクリックして、エラーをチェックします (**View » Workspace Panels » System » Messages**)。コンパイルされたドキュメントは、平坦化された階層、コンポーネント、ネットリスト、接続モデルと一緒に **Navigator** パネルに表示されます。

回路が正しく描かれていれば、**Messages** パネルにエラーは表示されません。エラーがある場合は、回路を見直し、すべての配線や接続が正しいか確認してください。

今から、わざとエラーを回路に紛れ込ませ、プロジェクトをコンパイルしてみましょう。

1. デザインウィンドウのトップにある **Multivibrator.SchDoc** タブをクリックして、回路図シートをアクティブにします
2. R1 と Q1 のベースの配線の真中をクリックします。小さな、四角形の編集ハンドルが配線の両端に表示され、対象が選択されたことを表す選択色が配線の周りに点線で表示されます。 **DELETE** キーを押して、配線を削除してください。
3. プロジェクトをコンパイル (**Project » Compile PCB Project**) して、エラーを確認してみましょう。

Messages パネルが警告メッセージを表示し、接続されていないピンが回路中であることを示します。 **Messages** パネルが表示されない場合は、 **View » Workspace Panels » System » Messages** を選択します。

4. **Messages** パネルのエラーや警告をダブルクリックすると、*Compile Error* ウィンドウが違反の詳細を表示します。このウィンドウでエラーをクリックすると、回路図内の違反のあるオブジェクトにジャンプし、エラーを確認、訂正することができます。

次のセクションへ進む前に、回路図のエラーを訂正しておきましょう。

1. 回路図シートのタブをクリックして、シートをアクティブにします。
2. メニューから **Edit » Undo** [ショートカット **CTRL + Z**] を選択します。先に削除した配線が元通りになりました。
3. 元に戻ったことを確認し、プロジェクトを再コンパイル (**Project » Compile PCB Project**) します。
Messages パネルにはエラーが表示されません。
4. メニューから **View » Fit All Objects** [ショートカット: **V, F**] を選択して、表示を元通りにし、エラーのない回路図を保存します。
5. 回路図、プロジェクトも同様に保存します。

これで、回路図は完成、チェックもしました。PCB を作成してみましょう。

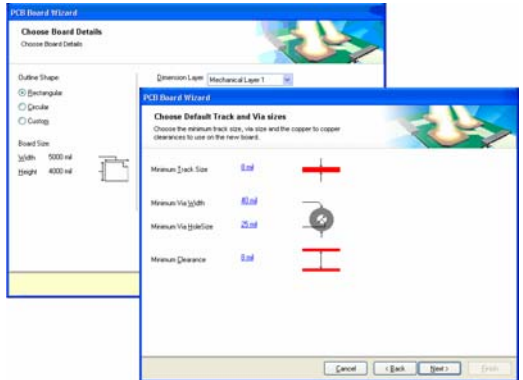
Messages パネルのメッセージをクリアしておきたい場合は、右クリックして、**Clear All** を選択してください。

新規PCBドキュメントの作成

回路図エディタから PCB エディタにデザインを送る前に、最低でも、基板の外形だけがある空の PCB を一つ作っておく必要があります。Altium Designer において、最も簡単なやり方で PCB デザインを作るには、**PCB Board Wizard** を使用します。独自のカスタムボードサイズを作成するのと、同じように、業界標準の基板の外形を選ぶことができます。Wizard では、**Back** ボタンでいつでも前頁のチェックや変更ができます。

PCB Wizard で新規 PCB を生成するには、以下のステップに従ってください。

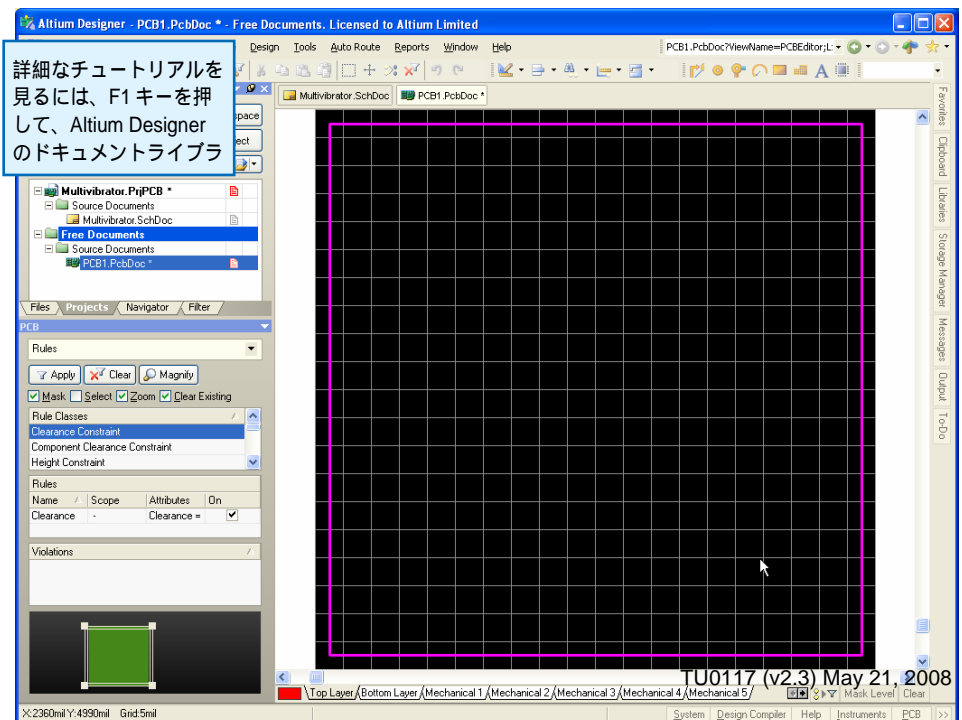
1. 新規 PCB を生成します。Files パネルの下部にある **New from Template** セクションの **PCB Board Wizard** をクリックして、このオプションが表示されていないときは、上向き矢印のアイコンをクリックして、上側にあるいくつかのセクションを閉じてください。
2. **PCB Board Wizard** が開き、紹介ページが表示されます。Next をクリックして続けます。
3. 測定単位をインチ表示 (Imperial) またはミリメートルにします。なお、1mil = 0.0254mm です。
4. Wizard の三番目のページで、好きな基板の外形を選ぶことができます。このチュートリアルでは、ボードサイズを独自に指定することにします。基板外形のリストから、**Custom** を選択し、**Next** をクリックします。
5. カスタムボードのオプションを入力します。チュートリアル用の回路としては、2x2 インチの基板で十分です。**Rectangular** を選択し、**Width** と **Height** のフィールドにそれぞれ 2000 を入力します。**Title Block & Scale, Legend String** と **Dimension Lines** のチェックは外しておきます。**Next** をクリックして続けます。
6. ここでは、ボード上のレイヤの数が選べます。二つの信号レイヤが必要です。電力用のレイヤは不要です。**Next** をクリックして続けます。
7. デザイン中で使用するビアのスタイルを選びます。**Thruhole Vias only** を選択し、**Next** をクリックします。
8. ここでは、コンポーネント/トラックのテクノロジー (配線) のオプションが選べます。**Through-hole components** オプションを選択し、**One Track** で隣接するパッド間のトラックの数を設定します。**Next** をクリックします。
9. ここでは、基板に適用するトラックの幅とビアのサイズに関するデザインルールを設定します。これらのオプションはデフォルトのままにしておいてください。**Next** をクリックします。
10. **Finish** をクリックします。これで、新規ボードを生成するのに必要なすべての情報を **PCB Board Wizard** に設定しました。PCB エディタには、新しい PCB PCB1.PcbDoc が表示されています。
11. PCB ドキュメントには、デフォルトサイズの白いシートと空の基板外形 (グリッドのある黒いエリア) が表示されています。これをオフにするには、**Board Options** ダイアログの **Design** » **Board Options** を選択して、**Display Sheet** の選択を外します。



Altium Designer が提供している他の PCB テンプレートから、自分で境界、グリッド参照、タイトルブロックを追加することもできます。

基板外形、シート、テンプレートについての詳細は、[TU0110 デザイン移行のためのボード準備](#) を参照してください。

12. これで、シートはオフになります。基板外形だけを表示するには、**View** » **Fit Board** [ショートカット V, F] を選択します。
13. PCB ドキュメントがプロジェクトに自動的に追加 (リンク) され、**Projects** タブのプロジェクト名の下にあるソースドキュメントにリストアップされます。**File** » **Save As** を選択して、新規の PCB ファイル (拡張子 .PcbDoc) の名称を変更します。PCB の保存先を指定します。Multivibrator.PcbDoc を



File Name フィールドに入力して、Save をクリックします。

新しいPCBをプロジェクトに追加

プロジェクトファイルに追加したいPCBがフリードキュメントとして開かれている場合は、Projects パネルのPCBプロジェクトファイルをクリックし、**Add Existing to Project** を選択します。新規PCBのファイル名を選択し**Open** をクリックします。これで、Projects パネルのプロジェクトの下にある**Source Documents**にPCBがリストアップされます。ドキュメントは自動的にプロジェクトファイルにリンクされました。この操作は、フリードキュメントをプロジェクトファイルにドラッグ&ドロップすることによっても行えます。プロジェクトファイルを保存します。

設計情報の転送

回路図情報を新しい空のPCBに転送する前に、回路図とPCBの両方で、関連ライブラリが有効であることを確認してください。デフォルトでインストールされている統合ライブラリだけをこのチュートリアルでは使用しますので、フットプリントは既に含まれています。プロジェクトがいったんコンパイルされ、エラーも修正されたら、**Update PCB** コマンドを使ってECO (Engineering Change Orders) を生成。回路図情報をターゲットPCBに転送します。

PCBの更新

回路図情報をプロジェクト内のターゲットPCBに転送します。

1. 回路図ドキュメント

Multivibrator.SchDoc を開きます

2. Design » Update PCB Document で、Multivibrator.PcbDoc を選択します。プロジェクトがコンパイルされ、Engineering Change Order ダイアログが表示されます。

3. Validate Changes をクリックします。

すべての変更が正当と確認されたら、緑のマークがが**Status** リストに表示されます。変更が正しく確認されなかった場合は、ダイアログを閉じて**Messages** パネルをチェック。エラーをクリアにしてください。

4. Execute Changes をクリックして変更をPCBに送ります。すべて完了したら、Done 欄のエントリがマークされます。

5. Close をクリックして、ボード上に配置準備の完了したコンポーネントが並んでいるターゲットPCBを開きます。カレントビューでコンポーネントが見えない場合、ショートカット V、D (View » Document) で見えるようになります。

ECOについてのレポートを作成、プリントアウトすることができます。Report Changes ボタン

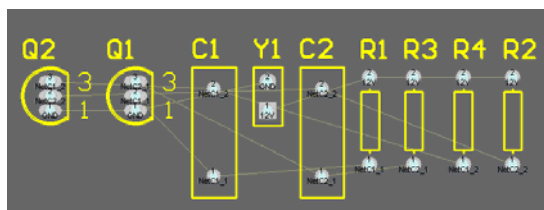
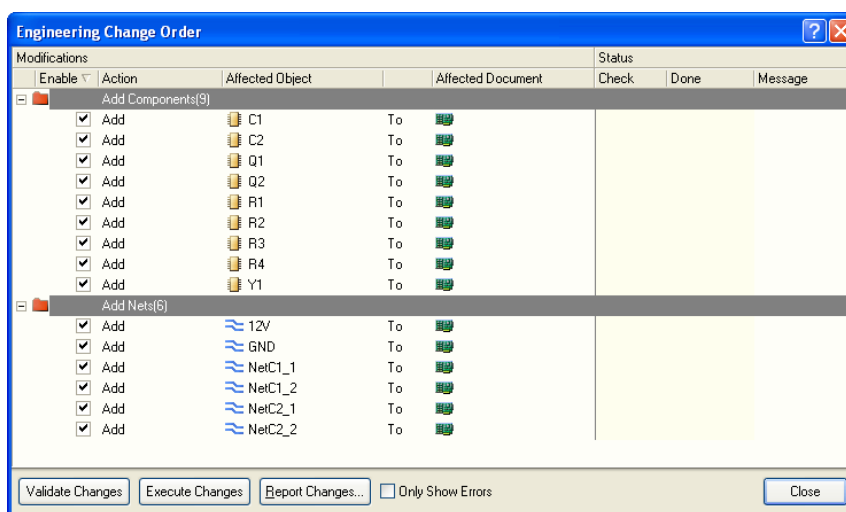


図4 配置準備の完了したコンポーネント

PCBの設計

これから、PCB上のコンポーネントの配置と基板の配線を始めます。

PCBワークスペースの設定

ボード上のコンポーネントを配置する前に、グリッド、レイヤ、デザインルールなど、PCBワークスペースを設定する必要があります。PCBエディタでは、2Dまたは3Dでワークスペースをレンダリングすることができます。

2Dモデルはマルチレイヤ環境であり、コンポーネントの配置、配線、接続など、通常のPCBデザイン作業に適しています。3Dモデルは、デザインを内部および外部からフル3Dモデルとして調べ、部品の干渉や製造前の外観をチェックするのに便利です。2Dモードと3Dモードを切り替えるには、**File » Switch To 3D** または **File » Switch To 2D** (ショートカット 2 (2D)、3 (3D)) を使用します。

グリッド

基板にコンポーネントを配置する前に、適切な配置グリッドが設定されているか確認してください。PCBワークスペースにあるすべてのオブジェクトは、「スナップグリッド」に従って配置されます。このグリッドは、使用する配線テクノロジーに適した値にする必要があります。

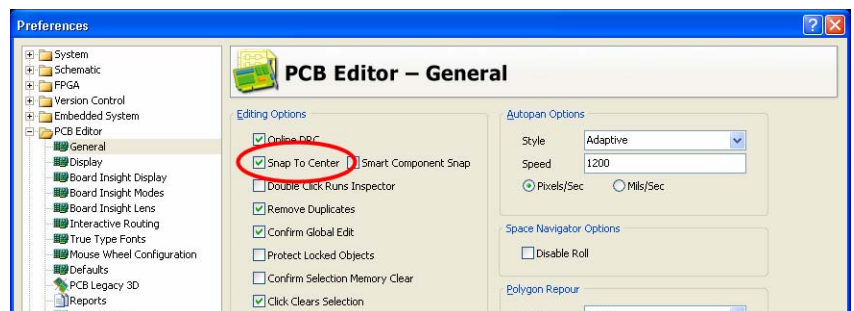
このチュートリアルでは、標準のインチコンポーネントを使用します。最小ピンピッチは、100milです。スナップグリッドはこれと同様な比率で設定します。つまり、50mil、25milなど、コンポーネントを配置したとき、すべてのピンがグリッドポイントにうまくはまるようにします。ボードのトラック幅とクリアランスもそれぞれ、12mil、13mil (PCB Board Wizardのデフォルト値) にします。この設定で、パラレルトラックの間のセンターに、最低25milを確保できます。したがって、最も適したスナップグリッドの設定は25milということになります。

スナップグリッドを設定するには、以下の手順に従ってください。

1. **Design » Board Options** [ショートカットキー **D, O**] を選択すると、*Board Options* ダイアログが表示されます。
2. ドロップダウンリストが直接入力で、**Snap Grid** と **Component Grid** の値を 25mil に設定します。このダイアログでは、**Electrical Grid** の設定も行うことができます。このグリッドは、電気的オブジェクトを配置するとき使用するもので、スナップグリッドに優先して電気的オブジェクトをスナップします。OK ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。

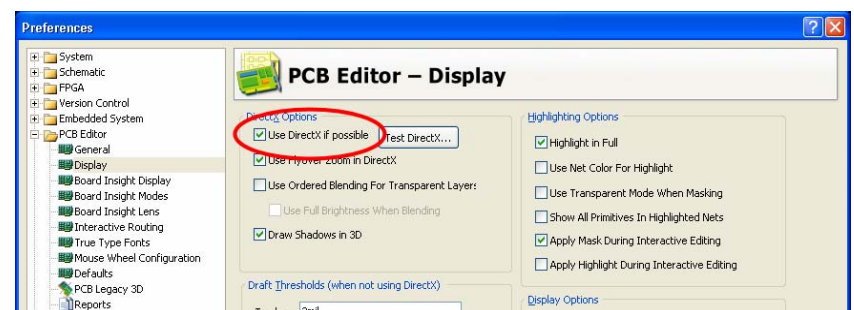
他にいくつかのオプションを設定して、コンポーネントを配置しやすくしましょう。

1. **Tools » Preferences** [ショートカットキー **T, P**] を選択し、*Preferences* ダイアログを開きます。ダイアログ中の選択ツリー (パネルの左サイド) の **PCB Editor – General** をクリックして、**PCB Editor – General** のページを表示させます。**Editing Options** セクションでは、**Snap To Center** オプションが選ばれています。このことはつまり、コンポーネントをつかんで配置しようとするとき、カーソルはコンポーネントの参照ポイントに設定されることを意味します。



2. **PCB Editor – Display** をクリックします。このページの **DirectX Options** セクションでは、**Use DirectX if possible** オプションをチェックしてください。これで、最新の3Dビューモデルが活用できます。OK をクリックして *Preferences* ダイアログを閉じます。

注：Altium Designerの3Dビューモデルには、最適なグラフィックカードに合わせて、DirectX 9.0CまたはShader Model 3 (それ以上) が必要になります。DirectXが動作しない場合は、旧版の3Dビューアしか使えないことになります。



ビュー設定におけるレイヤスタックとその他の非電気的レイヤの定義

ビュー設定は、2D、3D環境用の多くのPCBワークスペースの表示オプションをコントロールし、PCBとPCBライブラリのエディタを適用するために設定します。PCBドキュメントが保存されたとき、最後に使用していたビュー設定がファイルと共に

PCBエディタはインチとメートルの両方の単位をサポートしています。切り替えには、View » Toggle Units を選択してください。多くのダイアログの機能が、トグルスイッチでコントロールされており、使用中

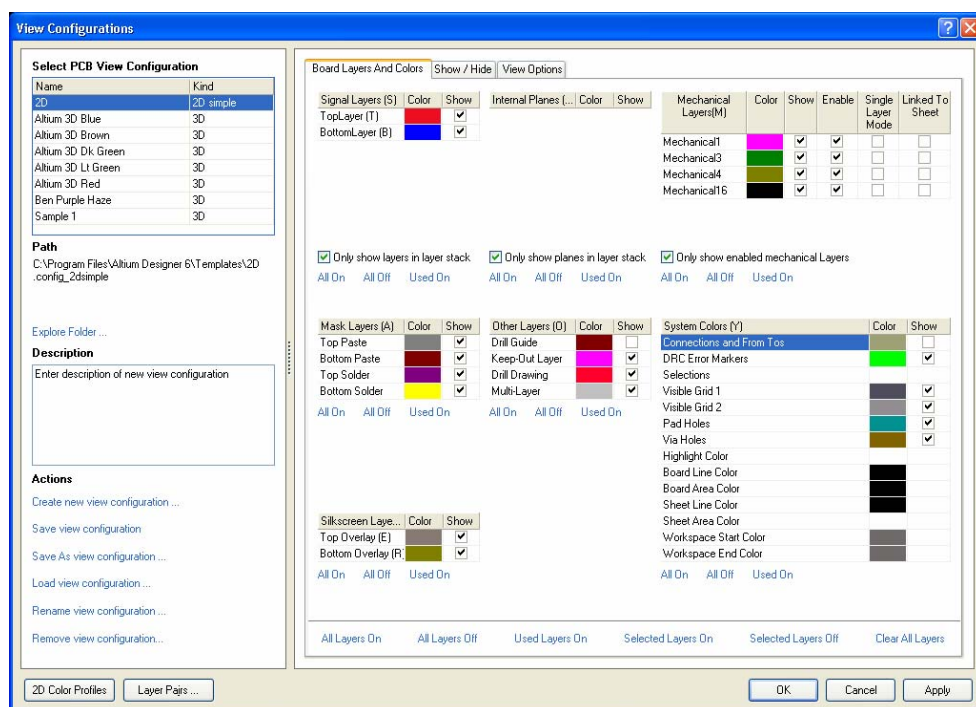
に保存されます。これにより、関連するビュー設定を使った Altium Designer の他のインスタンスを見ることができます。ビュー設定は、ローカルに保存して、どんな PCB ドキュメントに対しても、いつでも使用、適用することができます。関連するビュー設定のないどんな PCB ファイルでも、システムデフォルトで表示されます。

注： *View Configurations* ダイアログは、レイヤ用 2D カラー設定へのアクセスを提供しています。その他のシステムベースのカラー設定 - *system settings* は、すべての PCB ドキュメントに適用される、ビュー設定の一部です。2D ワークスペース用のカラープロファイルは、ビュー設定と同じく、作成、保存が可能です。また、いつでも適用できます。

Design » Board Layers & Colors [ショートカット L] をメインメニューから選択して、*View Configurations* ダイアログを開きます。このダイアログで、ビュー設定の定義、編集、ロード、保存ができます。ここでは、どのレイヤを表示するか、ポリゴン、パッド、トラック、ストリングなどの一般オブジェクトをどのように表示するか、ネット名や参照マーカ、透過レイヤの表示、シングルレイヤのモード表示、3D 表面の不透過度、3D 本体の表示、等々を設定します。

ビューの設定は、*View Configurations* ダイアログを使って、あるいは、**PCB Standard** ツールバーのドロップダウンリストから直接選ぶことで、適用することができます。

PCB ワークスペースの下部には一連のレイヤタブがあります。編集作業のほとんどは特定のレイヤに対して実行されます。



PCB エディタには、3種類のレイヤがあります：

- **電気的レイヤ** - ここには 32 の信号層と 16 の内部プレーン層が含まれます。電気的レイヤは、*Layer Stack Manager* ダイアログで、**Design » Layer Stack Manager** を選択すると、デザインからの追加と削除ができます。
- **メカニカルレイヤ** - 基板外形の定義や寸法線、組立て図の作成など、デザインの必要に応じて、汎用のレイヤとして 16 のメカニカルレイヤが用意されています。これらのレイヤは、ガーバー出力生成時に含めることができます。*View Configurations* ダイアログで、メカニカルレイヤの追加、削除、名前の設定を行うことができます。
- **特別レイヤ** - ここにはトップ、ボトムシルクスクリーンレイヤ、ソルダ及び、ペーストマスクレイヤ、ドリルレイヤ、キーパウトレイヤ（電気的な境界を定義するのに使用）、マルチレイヤ（マルチレイヤパッドやビアに使用）、コネクションレイヤ、DRC エラーレイヤ、グリッドレイヤ、ホールレイヤが含まれます。

ここで、簡単な 2D のビュー設定を作成してみましょう。

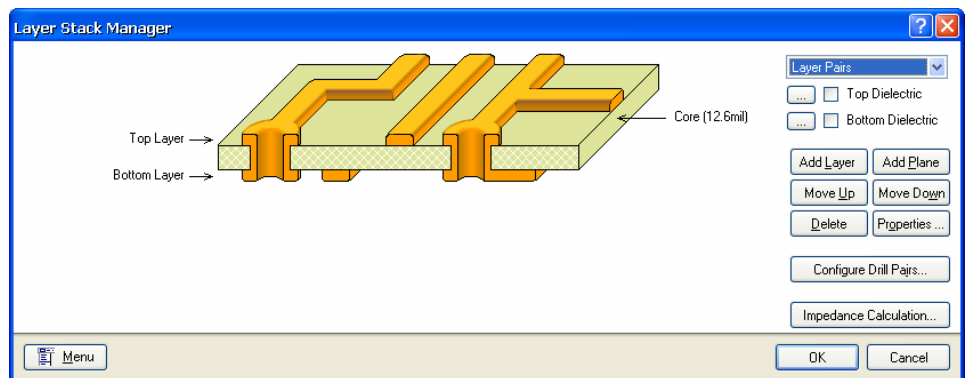
1. **Design » Board Layers & Colors** [ショートカット L] を選択して、*View Configurations* ダイアログを開いてください。ダイアログは、**Select PCB View Configuration** の下で選択されているアクティブな設定で開きます。3D モードになっているときは、2D をクリックしてください。
2. **Board Layers And Colors** ページで、**Only show layers in layer stack** と **Only show enabled mechanical layers** のオプションを有効にします。これらの設定はスタックしているレイヤだけに表示されます。
3. ページ下部の **Used Layers On** のコントロールをクリックします。これは、使用中のレイヤにだけ表示されます。つまり、デザイン要素を持っています。
4. **Top Layer** の隣の色をクリックして、**2D System Colors** ダイアログを表示させます。#7 (yellow) を **Basic** カラーリストから選択します。OK をクリックして、*View Configurations* に戻ります。

5. **Bottom Layer** の隣の色をクリックして、**2D System Colors** ダイアログを表示させます。#228 (bright green)を **Basic** カラーリストから選択します。 **OK** をクリックして、**View Configurations** に戻ります。
6. **Top Overlay** の隣の色をクリックして、**2D System Colors** ダイアログを表示させます。#233 (white)を **Basic** カラーリストから選択します。 **OK** をクリックして、**View Configurations** に戻ります。
7. 各レイヤの **Show** オプションが無効になっているので、4つの **Mask** レイヤと **Drill Drawing** レイヤは表示されていないことを確認してください。
8. **Actions** セクションで、**Save As view configuration** をクリックしてファイルを `tutorial.config_2dsimple` として保存してください。
9. **OK** をクリックして、**View Configurations** に戻り、変更を適用して閉じます。

注：2D レイヤのカラー設定は、システムベースであり、すべての PCB ドキュメントに影響を及ぼします。個別のビュー設定に関連した一項目ではありません。 **2D System Colors** ダイアログからは、2D カラープロファイルの生成、編集、保存ができます。

レイヤスタックマネージャ

チュートリアルで使用する PCB は簡単なデザインで、片面や両面基板で配線が行えます。デザインがより複雑な場合は、**Layer Stack Manager** ダイアログでレイヤを追加することができます。



1. **Design** » **Layer Stack Manager** [ショートカットキー **D, K**]を実行し、**Layer Stack Manager** ダイアログを表示します。
2. 新しいレイヤやプレーンは、現在選択しているレイヤの下に追加されます。レイヤの属性、銅箔の厚みや絶縁体の属性などは、シグナルインテグリティで使用されます。 **OK** ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。

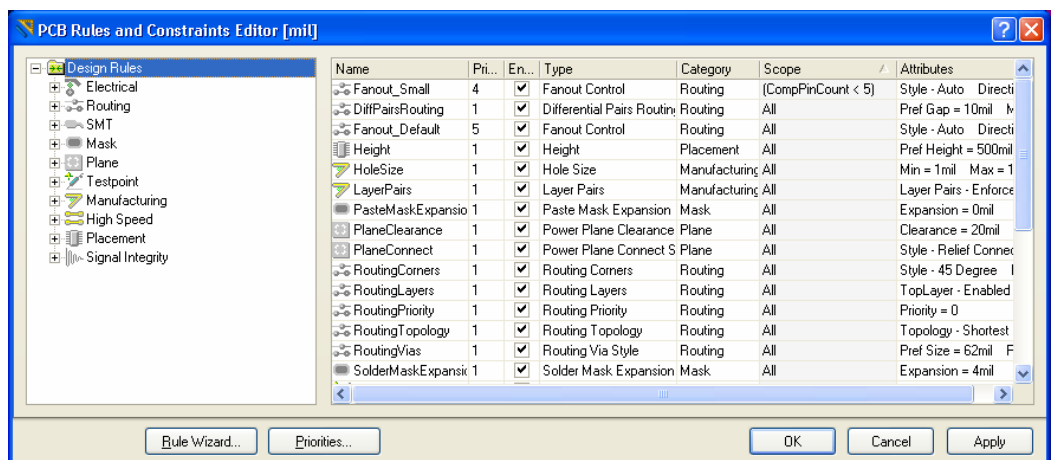
新しいデザインルールの設定

PCB エディタはルールドリブンな環境です。つまり、ユーザが何かアクションを起こして - トラックの配置とか、コンポーネントの移動とか、ボードの自動配線とか - デザインを変えると Altium Designer はそれぞれのアクションをモニタしていて、デザインルールの範囲内でデザインをコンパイルできるかどうかチェックしています。異常な操作に対しては、ルール違反として、エラーが直ちにハイライトされます。デザインルールの設定をボードの作業の前に行っておくことで、デザインのタスクそのものに集中することができ、エラーはすぐに報告されて、デザイナーの指示を待つのだということを当てにできます。

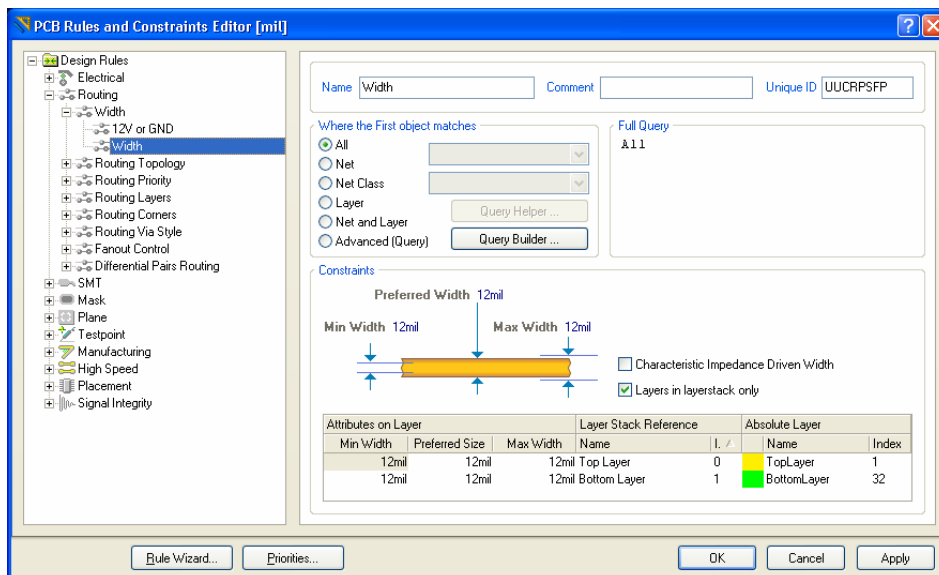
デザインルールは 10 のカテゴリに分けられ、ルールのタイプごとに、さらに分類されます。デザインルールは電気、配線、製造、配置、シグナルインテグリティの要求をカバーしています。

今から、新しいデザインルールを設定して、電力ネットの配線に必要な幅を規定してみましょう。これらのルールを設定するには、以下の手順に従ってください。

1. メニューから **Design** » **Rules** を選択し、PCB ドキュメントをアクティブにします。
2. **PCB Rules and Constraints Editor** ダイアログが表示されます。各ルールのカテゴリが、ダイアログの (左サイドの) **Design Rules** フォルダの下に表示されます。 **Routing** カテゴリをダブルクリックして広げ、関連する配線ルールを見ます。 **Width** をダブルクリックすると、幅についてのルールが参照できます。



- それぞれのルールをクリックして選択します。それぞれのルールをクリックすると、ダイアログの右サイド、トップセクションにルールのスコープ（このルールを適用する対象）が表示されます。ボトムセクションには、ルールの制約事項が表示されます。これらのルールはデフォルトか、あるいは、新しいPCBドキュメントが生成されたときに **PCB Board Wizard** で設定されているはずです。
- Width** ルールをクリックしてスコープと制限事項を見てみましょう。このルールは、ボード全体に適用されます（**Scope** は **All** に設定されています）。

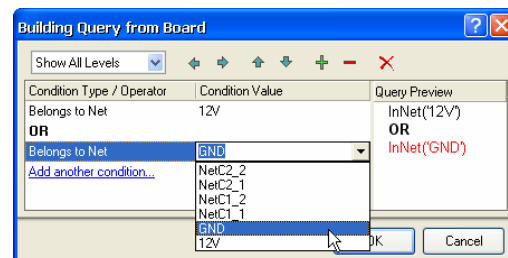


Altium Designer のデザインルールシステムの強力な機能の一つは、同タイプの複数のルールを、別々のオブジェクトを対象にして定義できることです。各ルールが対象とするオブジェクトの正確なセットは、ルールの *scope* で定義されます。ルールシステムは、プレ定義階層を使って、どのルールがどのオブジェクトに適用されるのかをきちんと決めます。

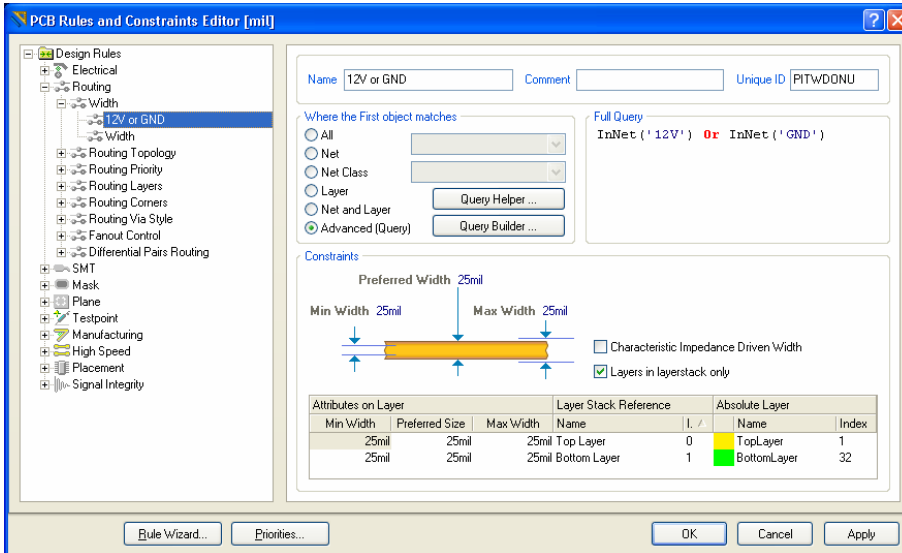
たとえば、幅についての制限事項をボード全体に適用（すべてのトラック幅を統一、など）した上で、グランドネット幅についての 2 番目の制限ルール（これは最初のルールより優先）を設定し、最後に、特定のグランドネット接続の幅についてだけ適用されるルールを導入できます（このルールは他の二つに優先）。ルールは、優先度の高い順に表示されます。

今のところ、このデザインには幅についての制限ルールが一つだけあり、ボードの全体に適用されています。今から、幅についての新しい制限ルールを追加してみましょう。12V と GND のネットで、幅を 25mil にします。これらの制限ルールを設定するには、以下の手順に従ってください。

- Design Rules** フォルダで選択された **Width** カテゴリで、右クリックで **New Rule** を選択し、12V ネットだけをターゲットにして、幅についての新しい制限ルールを追加します。
新規ルールの名前 `Width_1 appears` が表示されます。**Design Rules** フォルダ内の新規ルールをクリックして、スコープと制限事項を書き換えます。
- 12V or GND を **Name** フィールドに入力します。この名前は、**Design Rules** の領域をクリックすると確定します。
- 次に、**Query Builder** を使用して、ルールスコープを設定します。直接入力することもできます。設定が複雑になりそうな場合は、**Advanced** オプションを選択、**Query Helper** ボタンをクリックして **Query Helper** ダイアログを使ってください。
- Query Builder** ボタンをクリックして、**Building Query from Board** ダイアログを開きます。
- Add first condition** をクリックし、ドロップダウンリストから **Belongs to Net** を選択します。Condition Value のフィールドで、リストから 12V を選択します。**Query Preview** に `InNet('12V')` が表示されました。
- Add another condition** をクリックしてスコープを広げ、GND ネットを追加します。**Belongs to Net** と **GND** を **Condition Value** として選択します。
- 検索ロジックを変更します。AND の検索ロジックをクリックして、ドロップダウンリストから **OR** を選択します。プレビューが `InNet('12V') OR InNet('GND')` になっていることを確認します。
- OK** をクリックして **Building Query from Board** ダイアログを閉じます。これで、**Full Query** セクションのスコープは新しい設定にアップデートされました。



9. *PCB Rules and Constraints Editor* ダイアログの下部セクションで、以前の制限テキスト (10mil) をクリック、数値を入力して、**Min Width**, **Preferred Width** と **Max Width** のフィールドを 25mil に変更してください。これで新しいルールが設定されました。別のルールを選んだり、ダイアログを閉じたりする前に、保存してください。
10. 最後に、オリジナルルール **Width** (**Scope** は **All** にセット) をクリックして、編集します。**Min Width**, **Max Width**, **Preferred Width** フィールドがすべて 12mil に設定されていることを確認します。**OK** ボタンをクリックし、ダイアログを閉じます。



ボードをマニュアルで、あるいは自動で配線するときは、25mil に設定されている GND と 12V のトラックを除いて、全トラックが 12mil の幅になります。

PCB上へのコンポーネント配置

これで、正しい位置へのコンポーネント配置を始めることができます。

1. ショートカット **V**, **D** で、ボードとコンポーネントにズームインしてください。
2. コネクタ Y1 を配置するには、カーソルをコネクタの外観の真中において、左マウスボタンでクリック&ホールドしてください。カーソルは十字形に変わり、部品の参照ポイントにジャンプします。マウスボタンでホールドしたまま、コンポーネントをドラッグします。
3. フットプリントをボードの左サイドへもって行きます。なお、全部のコンポーネントが、ボードの境界内にそろっていることはあらかじめ確認してください。図 5
4. コンポーネントの位置を決めたら、マウスボタンを離し、その場にドロップします。接続ラインはコンポーネントと一緒にドラッグされます。
5. 図 5 をガイドにして、残っているコンポーネントの位置を決めます。ドラッグしながら **SPACEBAR** キーを使うと、コンポーネントが回転 (反時計回りに 90 度刻み) します。接続ラインは、図 5 のようになります。それぞれのコンポーネントを配置するたびに、接続ラインは最適化されます。

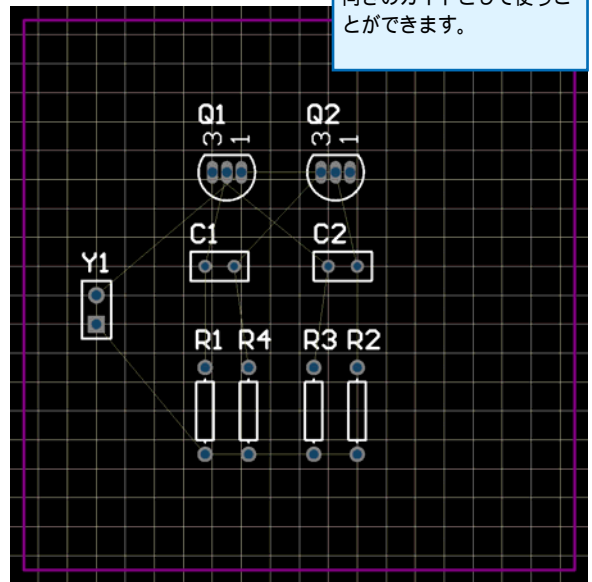


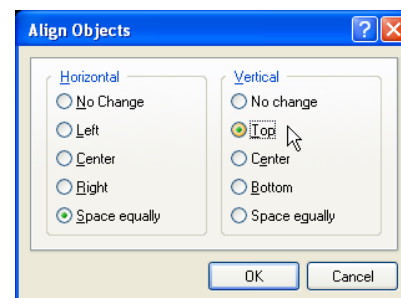
図5 ボード上のコンポーネント

コンポーネントを動かすと、接続ラインは自動的に再度、最適化されます。これにより、接続ラインをコンポーネントの最適配置と向きガイドとして使うことができます。

コンポーネントテキストも、同様のやり方で再配置することができます。テキストのクリック&ドラッグ、**SPACEBAR** で回転です。

Altium Designerには、強力な対話式配置ツールが装備されています。4つのレジスタが正しく整列、等間隔で配置されていることを確認してみましょう。

1. **SHIFT** キーを押しながら、4つのレジスタそれぞれをクリックするか、または、4つまとめてクリック&ドラッグします。選択されたコンポーネントの周りに、**Selections** と呼ばれるシステム色で影が付いた選択ボックスが表示されます。選択色を変えるには、**Design** » **Board Layers & Colors** [ショートカット L]を選択してください。
2. 右クリックで、**Align** » **Align** [ショートカット A, A]を選択します。 *Align Objects* ダイアログで、Horizontal セクションの **Space Equally** をクリック、Vertical セクションで **Top** をクリックします。4つのレジスタは、これできちんと、等間隔で整列しました。
3. デザインウィンドウの適当な場所をクリックして、レジスタの選択を解除します。



フットプリントの変更

ここでは、フットプリントの位置を決めます。コンデンサのフットプリントは大きすぎて、要求仕様に合わないようです。コンデンサのフットプリントをもっと小さなものに変更しましょう。

1. 最初に、新しいフットプリントを見てください。 **Libraries** パネルをクリックして、ライブラリのリストから *Miscellaneous Devices.IntLib* を選びます。ラジアルタイプの小さなフットプリントが欲しいので、Filter フィールドに *rad* を入力します。ライブラリ名の隣にある... button をクリックして、**Footprints** オプションを選択、アクティブライブラリ内で有効なフットプリントを表示させます。フットプリント名をクリックして、関連するフットプリントを見ます。フットプリント *RAD-0.1* ならうまく合いそうです。
2. コンデンサをダブルクリックし、*Component* ダイアログで、**Footprint** フィールドを *RAD-0.1* に変更します。フットプリント名を入力します。あるいは、... button を押して、*Browse Libraries* ダイアログからフットプリントを選びます。**OK** をクリックすると、新しいフットプリントがボード上に現れます。必要に応じて識別子を再配置します。ボードは図6のようになるはずです。

すべて配置し終わったら、配線に取りかかりましょう。

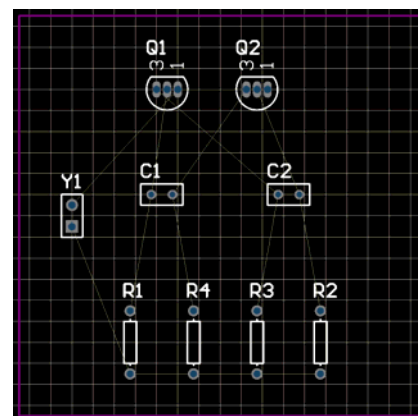


図6 新しいフットプリントとともにボード上に配置されたコンポーネント

PCB ドキュメント上で選択したオブジェクトは移動することができます。Ctrl キーと矢印キーの組み合わせを使用するか（垂直または水平）、Ctrl キーと Shift キーと矢印キーの組み合わせを使用します。選択したオブジェクトの移動は、*Board Options* ダイアログ（*Design* » *Board Options* [ショートカット D, O]）の Snap Grid に設定されている値に応じて設定されます。このダイアログでスナップグリッド値を変更できます。スナップグリッド設定値を切り替えるには、ショートカット G を使用します。View » Grids のサブメニューや右クリックメニューの Snap Grid を選択することもできます。

Ctrl キーを押しながら矢印キーを押すと、選択したオブジェクトは、現在のスナップグリッド値に応じて少しづつ移動します。Ctrl キーと Shift キーを押したまま矢印キーを押すと、選択したオブジェクトは、スナップグリッド値に 10 を掛けた分だけ大きく移動します。

ボードのマニュアル配線


配線は、トラックやビアをボード上に置いて、コンポーネントをつないでいくプロセスです。Altium Designer は、ボード上の全部または一部の配線をボタンタッチで最適化する Situs オートルータ以上に洗練された対話型配線ツールによって、この作業を簡単にしました。

オートルータ（自動配線機能）が簡単で強力なボードの配線手法を提供する一方で、配置やトラックに正確なコントロールが必要な箇所があったり、どうしても手動で引いてみたい場合があったりします。このようなシチュエーションでは、ボードの一部または全部を手動で配線することもできます。チュートリアルはこのセクションでは、全部のボード（片面）について、ボトムレイヤのすべてのトラックを手動で配線してみましょう。トラック配置のためのカーソルガイダンス、シングルクリッ

クによる接続、障害物のブッシュ&ウォークアラウンド、既存の接続への自動追従、など。効率的で柔軟な直感的な手法により、対話型配線ツールは、デザインルールに一致した配線作業を最大限に支援します。

今から、ボードのボトムレイヤにトラックを配置してみましょう。ガイドに使用するのは、“ratsnest” 接続線です。

PCB 上のトラックは、一連の直線セグメントで構成されています。各段階で、方向が変わり、新しいトラックセグメントが始まります。デフォルトで Altium Designer は、トラックの角度を垂直、水平、斜め 45 度に限定することで、本格的な配線を容易に提供することができます。ツールの動作はカスタマイズして、ユーザの要求に合わせるすることができます。このチュートリアルではこのまま使います。

1. ボトムレイヤを有効にします。ショートカットキー **L** を押して、*View Configurations* ダイアログを表示させてください。 **Signal Layers** 領域にあるボトムレイヤの隣の **Show** オプションを有効にします。 **OK** をクリックすると、デザインウィンドウの下部にボムレイヤタブが表示されます。
2. **Place** » **Interactive Routing** [ショートカット **P, T**] をメニューから選択します。または、**Interactive Routing** ボタン () をクリックします。カーソルが十字形になり、トラック配置モードであることを示しています。
3. ドキュメントワークスペースの下部に並んでいるレイヤタブのいくつかを調べてみてください。 **Top Layer** タブが現在アクティブになっているはずですが、トラック配置モードを抜けることなく、ボトムレイヤを切り替えるには、数値キーパッドの上で ***** キーを押してください。このキーで信号レイヤと交互に切り替わります。 **Bottom Layer** タブが現在アクティブになっているはずですが、
4. コネクタ Y1 上 の下側のパッドにカーソルを合わせます。クリックするか、**ENTER** キーを押して、最初のトラックポイントを固定します。
5. カーソルをレジスタ R1 の下側のパッドに移動させます。トラックセグメントがチェックパターンの中で表示される様子に注意してください。カーソルパスに追従します (図 7)。チェックパターンは、まだ、定まって (配置されて) いないことを示しています。パスに沿ってカーソルを戻すと、定まっていない配線も崩れます。ここでは、配線に二つの選択肢があります。

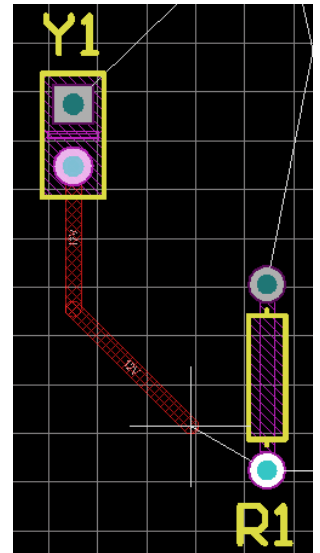


図 7 手動プロセスではカーソルが追従します

- **CTRL** + クリックで、*Auto-Complete* 機能を使用し、ただちに接続 (このテクニックはパッドや接続ライン上で直接使えます)。接続元と接続先のパッドは同じレイヤにある必要があります。また、*Auto-Complete* 機能が動作するためには、ボード上に障害物があっても、配線可能である必要があります。大きなボードでは、配線パスがセクションごとにマップされるので、この *Auto-Complete* パスが常に有効であるとは限りません。また、接続元と接続先パッドのマッピングを完了できない場合もあります。

- **ENTER** または、対象となるトラックセグメントのクリックで、トラックがターゲットの R1 パッドへ直接つながります。この方法は、配線のコントロールを提供し、必要なアクションを最小限にします。

目的外のトラックは斜線で、目的のトラックは無地で表されます。

6. 上記の方法のどちらかを使って、ボード上の他のコンポーネント間を配線します。図 9 はマニュアルで配線されたボードです。
7. デザインを保存します [ショートカット **F, S**、または **CTRL + S**]。

Altium Designer の対話型配線ツールは、既存のトラックなど、ボード上の障害物との衝突を解決できるモードに特長があります。これらの対話的な配線モードは、**SHIFT + R** で切り替えられます。有効なモードは以下のとおりです。

Push (押し のけ) - このモードは、干渉無しに再配置できそうなオブジェクト (トラックやビア) の移動を試みることで、新しい配線に対応します。

Walkaround (迂回) - このモードは、既存の障害物を動かすことなく、その周りに配線の引き回しを試みます。

Hug & Push (ハグ & ブッシュ) - このモードは、上記二つの機能の組み合わせです。障害物を迂回する一方で、固定の障害物を押しつけようとしています。

Ignore (無視) - このモードでは、違反を無視して、どこにでもトラックを配線できます。

対話型配線の実行中、Push または Hug & Push モードで解決できないエリア内に配線しようすると、トラックの端に表示が現れ、ブロックされていることが示されます (図 8)。

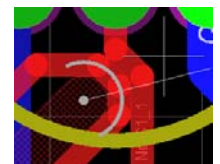


図 8 Push モード、Hug & Push モードで、目標のパッドに配線できないとき、ブロックマークが現れます。

トラック配置のヒント

トラックを配置するときは、以下のポイントを覚えておいてください。

- クリックまたは **ENTER** で、カーソルの現在位置にトラックセグメントが固定されます。対象外の配線を表すパターンセグメントをチェックしてください。対象トラックはレイヤ内で無地になっています。
- **CTRL** + クリックで、いつでも Auto-Complete 接続が使用できます。接続元と接続先のパッドは同じレイヤにある必要があります。また、回避不能な障害物があってはなりません。
- **SHIFT** + **R** で衝突解決のモード、Push、Walkaround、Hug & Push、Ignore が切り替えられます。
- **SHIFT** + **SPACEBAR** で各種トラックコーナーのモードが切り替わります。スタイルは、自由アングル、45°、アークつき 45°、90°アークつき 90°です。 **SPACEBAR** を押して、コーナーの向きを変えてください。
- **END** を押すと、いつでも、スクリーンが再描画されます。
- **V, F** で、いつでも、全オブジェクトがフィットするようにスクリーンが再描画されます。
- **PAGE UP** または、 **PAGE DOWN** キーで、いつでも、カーソル位置を中心にズームイン、ズームアウトができます。マウスホイールで、左移動、右移動します。 **CTRL** キーを押したまま、マウスホイールでズームイン、ズームアウトができます。
- **BACKSPACE** で直前に配置したトラックセグメントをやり直しできます。
- トラックの配置を終了して、別な作業を始めるには、右クリックまたは、 **ESC** を押します。
- お互いにつなぐべきでないパッドをうっかり接続してしまうことはありません。Altium Designer はボードをモニタしており、接続ミスやトラックの交差が起こらないようにしています。
- トラックセグメントを削除するには、クリックで選択します。セグメントの編集ハンドルが現れます（トラックの残りの部分はハイライトされます）。 **DELETE** キーを押して、選択されたトラックセグメントを削除してください。
- 新しいトラックセグメントの再配線も容易です。右クリックで終了したら、余分なトラックセグメントは自動的に削除されます。
- PCB 上のすべてのトラックの配置が終了したら、右クリックするか **ESC** キーを押して、配置モードを抜けます。

 各種の対話型配線ツールについての詳細は、[AP0135 Interactive and Differential Pair Routing](#) を参照してください。

ボードの自動配線

Altium Designer の自動配線がいかに簡単かわかります。以下の手順に従ってください。

1. 最初に、メニューから **Tools** » **Un-Route** » **All** [ショートカット **U, A**] を選択し、ボードの配線を除去します。
2. **Auto Route** » **All** を選択します。 *Situs Routing Strategies* ダイアログが表示されます。 **Route All** をクリックします。 **Messages** パネルには自動配線の様子が表示されます。

Situs オートルータは、経験のあるボード設計者に比肩する成果を提供します。PCB 編集ウィンドウ内のボードに直接、配線するので、配線ファイルのエクスポート、インポート作業で格闘する必要はありません。

3. **File** » **Save** [ショートカット **F, S**] を選択してボードを保存してください。

注：オートルータで配置されたトラックは2種類の色で表されています。赤色は、トラックがボードのトップの信号レイヤにあることを示し、青色はボトム信号レイヤにあることを示します。オートルータが使用するレイヤは、**Routing Layers** のデザインルールで特定されており、**PCB Board Wizard** で設定できます。また、コネクタからの二つの電力ネットトラックが幅広くなっています。これは、チュートリアルで既に設定されたデザインルールに基づいています。

図 10 とまったく同じデザインになるとは限りません。コンポーネントの配置、配線の配置もまったく同じになるわけではありません。

なぜなら、このチュートリアルでは、**PCB Board Wizard** で独自に両面ボードを定義しましたが、手動でトップとボトムのレイヤを使用し、「両面」ボードの配線を行うこともできるからです。最初に、メニューから **Tools** » **Un-Route** » **All** [ショートカット **U, A**] を選択し、ボードの配線を除去します。これまでどおり、対話型配線を始めます。* キーで配置トラックのレイヤを切り替えます。レイヤを切り替えると、Altium Designer は必要に応じて自

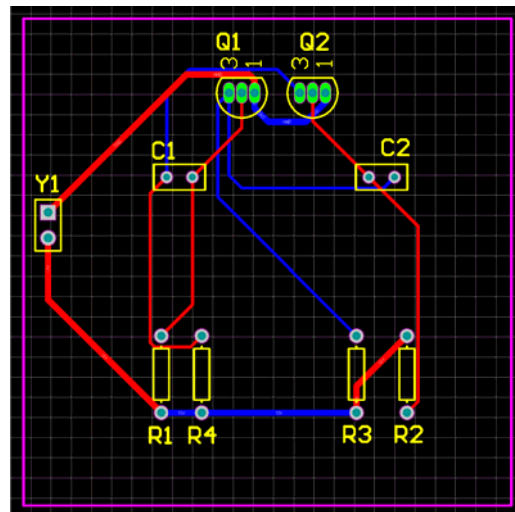


図9 手動で配線したボードでは、トラックはトップとボトムのレイヤに配置されます。

余分なトラックセグメントは自動的に削除されます。

図 10 フル自動配線されたボード

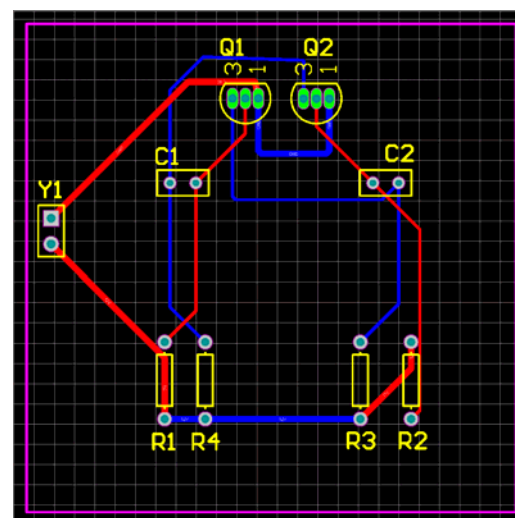


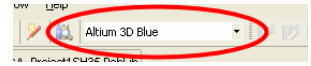
図 10 フル自動配線されたボード

動的にビアを挿入します。

3Dモードでボードデザインを確認する

以上で、ボードデザインは基本的に完成しました。3Dモードで見てみましょう。3Dモードでは、あらゆる角度からフル3Dモデルのボードを眺めることができます。3Dに切り替えるには、PCB Editorで**View »**

Switch To 3D [shortcut: 3] を選ぶか、**PCB Standard** ツールバーのリストから**3D ビュー構成** を選択します。



Altium Designerの3D環境には、DirectXとその関連テクノロジー、グラフィックカードが必要です。お使いのシステムを調べて、Altium DesignerからDirectXを使用できるようにしてください。Preferencesダイアログ (**Tools » Preferences**) の**PCB Editor – Display** ページを開きます。

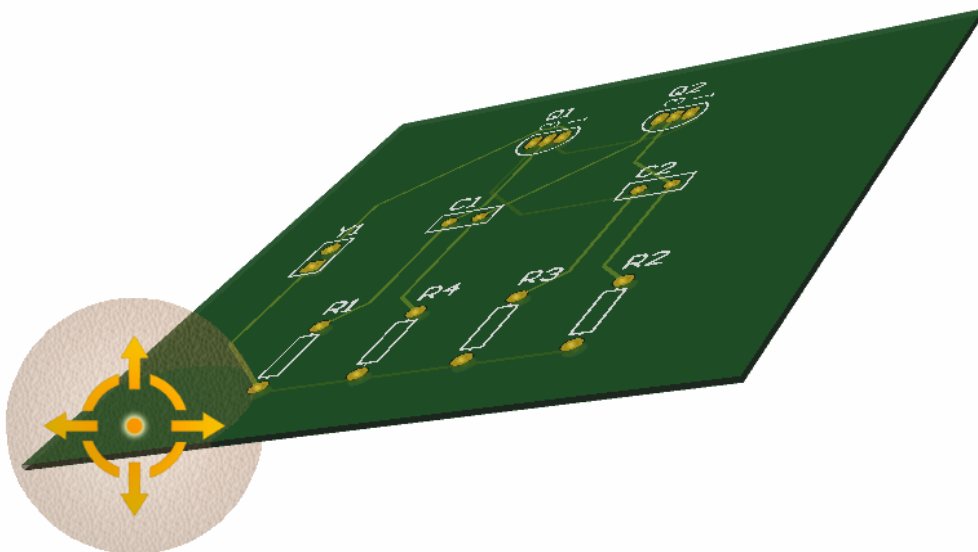
ビューは滑らかにズームさせたり、回転させたりすることができます。ボードの内部に入り込むことさえできます。以下のコントロールを使用してください。

Zooming (ズーム) - CTRL + 右クリック、あるいは、CTRL + マウスホイール、あるいは、PAGE UP / PAGE DOWN キー。

Panning (パン) - マウスホイールでアップ/ダウン、SHIFT + マウスホイールで左/右、右ドラッグであらゆる方向へパン。

Rotation (回転) - SHIFT を押しながら、3D回転モードに入る。図には、カーソルポジションにおけるダイレクションスフィア (方向指示する球体) がスクリーンに表示されています (図11)。モデルの回転運動は、スフィアを中心にして行われます。以下のコントロールを使用してください。

- スフィアの **Center Dot (中心点)** を右ドラッグすると、フルフローティングビュー – あらゆる方向に回転できます。
- スフィアの **Horizontal Arrow (水平方向の矢印)** を右ドラッグすると、Y軸を中心として回転します。
- スフィアの **Vertical Arrow (垂直方向の矢印)** を右ドラッグすると、X軸を中心として回転します。
- スフィアの **Circle Segment (円環部分)** を右ドラッグすると、Y平面で回転します。



Altium Designerの3Dモードには、DirectX 9.0c以降、Shader Model 3以降、適切なグラフィックカードが必要になります。

PCBエディタのオプションが有効なら、Use DirectXで、DirectXを使うように設定できます。Preferencesダイア

図11 3Dビューの回転スフィア

3Dワークスペース表示オプションを、View Configurationsダイアログ [ショートカット L] で設定します。さまざまな表層とワークスペースのカラーを選択できるオプション、頂点のスケーリングを選択できるオプションがあり、PCBの内部を手軽に調べることができます。いくつかの表層には、不透明-不透明さが増すにつれて、表層を透過する明るさが減少し、オブジェクトの背後が見えなくなる - が設定されています。3Dボディやレンダリング3Dオブジェクトは、2Dのレイヤカラーで表示させることもできます。

3D STEPフォーマットのモデルをコンポーネントフットプリントやPCBデザインにインポートして、カスタムの3Dボディオブジェクトを作成することができます。また、PCBドキュメントをSTEPやDWG/DXFのフォーマットで出力して、ほかのプログラムで使用することもできます。今までの3Dビューア (Tools » Legacy Tools » Legacy 3D View) は、3DオブジェクトをVRML 1.0/IGES/STEPフォーマットでインポートすることができ、IGESやSTEPでエクスポートできました。


注: 3Dモードでは、いつでも、現在のビューをクリップボードにさまざまな解像度で"貼り付ける"ことができます。CTRL + Cを使用してください。イメージは、Windowsのクリップボードに、ビットマップフォーマットで保存され、他のアプリケーションで使用することができます。

コンポーネントフットプリント用の 3D ボディの作成とインポート

これで、ようやく、PCB の最終検証と出力の段階に到達しました。Altium Designer の 3D 環境は優れたビューア機能を提供し、PCB アセンブリの視覚的でリアルな環境での検証が行えます。

コンポーネントフットプリントは、3D 環境でコンポーネントをレンダリングするための 3D ボディを保存することができます。さらに、正確なコンポーネントクリアランスのチェックができ、PCB とその外部、あるいはフリーフロート 3D オブジェクトとの全体的な組み立てさえも可能です。これらの機能によって、正に Altium Designer だけで、メカニカル CAD パッケージと新しいレベルで設計の統合を図ることができます。

 コンポーネントの 3D ボディの作成についての詳細は、[TU0103 ライブラリコンポーネントの作成](#) の 3 次元コンポーネントの詳細のセクションを参照してください。

 MCADアプリケーションとの統合のために 3D ボディを使用することについての詳細は、[TU0132 MCADオブジェクトとPCBデザインの統合](#) を参照してください。

[TU0132 MCADオブジェクトとPCBデザインの統合](#) のチュートリアルでは、このチュートリアルで作成してきたボードを使用して、コンポーネントの 3D ボディを完成させます。(図 12). チュートリアルは、ボードとハウジング機構の組み立てに進みます(図 13)。ボードとコンポーネントは、Altium Designerをインストールしたディレクトリの *Examples/Tutorials/multivibrator_step* フォルダの中にあります。

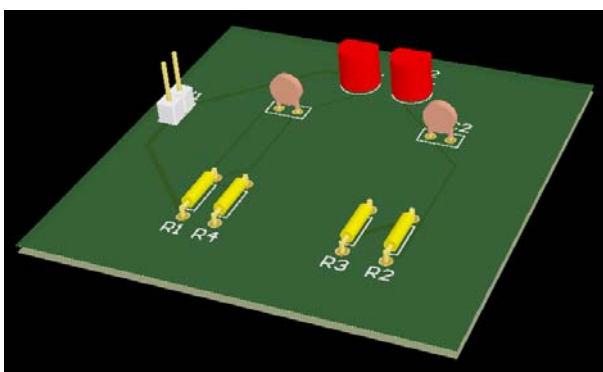


図 12 3D
ボディコンポーネントで表示されたマルチバイブレータ PCB

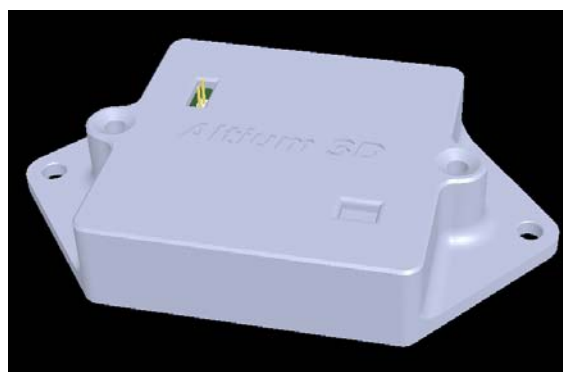


図 13 2 つの部品
ハウジングにフルアセンブリされたマルチバイブレータ PCB

ボードデザインの確認

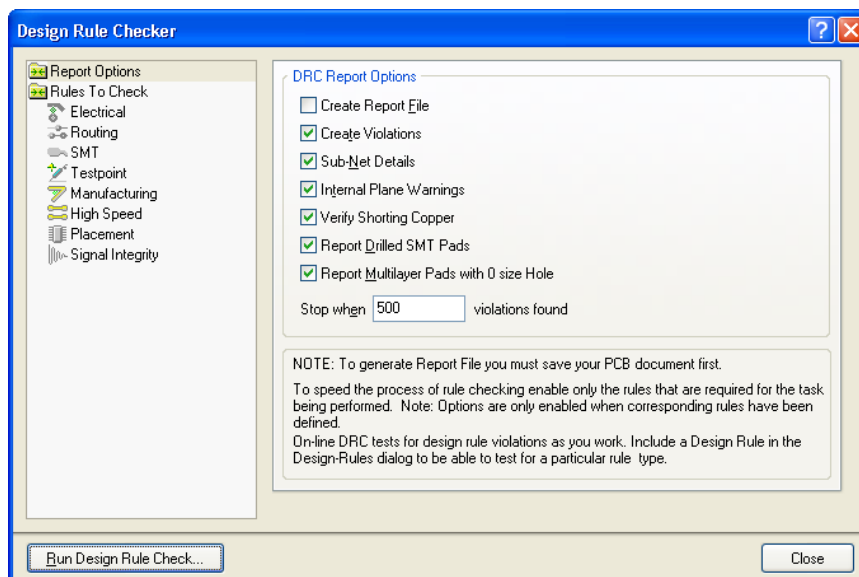
Altium Designer は PCB をデザインできるルールドリブンの設計環境であり、ボードを完全なものにするために多くのデザインルールのタイプを定義することができます。一般的には、デザインプロセスの開始時にデザインルールを設定し、設計終了時にルールに従ってデザインが作成されているか確認します。

このチュートリアル前半で、配線デザインルールをテストし、トラック幅に関するルールを追加しました。その他の多くのルールはすでに **PCB Board Wizard** によって作成されています。

配線が終了した PCB に対して、デザインルールに合致しているか確認するためデザインルールチェック(DRC)を実行します:

1. **Design » Board Layers & Colors** [ショートカット L] を選択して、**System Colors** セクションの **DRC Error Markers** オプションの隣にある、**Show** ボタンが有効になっている (チェックされている) ことを確認して、DRC エラーがマーカが表示されるようにしてください。
2. **Tools » Design Rule Check** [ショートカット T, D] を選択します。オンラインとバッチ DRC の両方が *Design Rule Checker* ダイアログで構成されています。カテゴリ、たとえば、**Electrical** をクリ

Altium Designer は、階層デザインのルールをサポートしています。同様のルールについては、そのいくつかを、それぞれの定義スコープで設定できます。ルールの優先順位は、定義の順序で決まります。



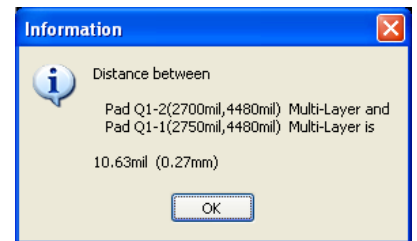
ックすると、カテゴリに属する全ルールを参照できます。

- すべてのオプションをデフォルトのままにして、**Run Design Rule Check** ボタンをクリックします。DRC が実行され、レポートファイル `Multivibrator.DRC` が開きます。結果は、**Messages** パネルにも表示されます。PCB ドキュメントをクリックします。トランジスタのパッドが緑色にハイライト表示されて、デザインルール違反を示しているのがわかります。
- エラーリストを **Messages** パネルで調べます。リストには PCB デザインで発生した違反が表示されています。4 つの違反箇所が **Clearance Constraint** ルールの下に記載されている点に注目してください。トランジスタ Q1 と Q2 のパッドが、13 mil のクリアランスルールに違反していることがわかります。
- Messages** パネルでエラーをダブルクリックすると、PCB 上の配置場所にジャンプします。

通常は、クリアランスの制限ルールを設定してから、ボードをレイアウトし、ルーティングテクノロジーやデバイスの物理属性を確認します。エラーを解析し、現在のクリアランスデザインのルールを再検討して、対策を決定します。

トランジスタのパッド間の実際のクリアランスを調べるには、次の操作を実行します：

- PCB ドキュメントをアクティブな状態にします。カーソルをトランジスタの 1 つに合わせ、**PAGE UP** キーを押して拡大表示します。
- Reports** » **Measure Primitives** [ショートカット R, P] を選択します。カーソルが十字形に変わります。
- カーソルをトランジスタの左側のパッドの中心に移動した後、クリックするか、**ENTER** キーを押します。カーソルは、接続されているパッドとトラックの上へ移動します。ポップアップメニューが表示され、目的のオブジェクトが選択できるようになります。トランジスタのパッドをポップアップメニューから選択します。
- カーソルをトランジスタの中間のパッドの中心に移動した後、クリックするか、**ENTER** キーを押します。もう一度、パッドをポップアップメニューから選択します。情報ボックスが表示され、パッド間の最短距離は 10.63mil と表示されます。
- 情報ボックスを閉じて、右クリック、または **ESC** を押し、計測モードを抜けます。V、F のショートカットで、ドキュメントを再ズームさせます。



現在のクリアランスルールを見てみましょう。

- Design** » **Rules** [ショートカット D, R] をメニューから選び、*PCB Rules and Constraints Editor* ダイアログを開きます。**Electrical** カテゴリをダブルクリックすると、すべての電気的ルールがダイアログの右側に表示されます。**Clearance** タイプをダブルクリックして、**Clearance** ルールをクリックすると、ルールが表示されます。ダイアログの下側にルールが 1 つ表示されていて、ボード全体の最小クリアランスが 13 mil に設定してあることがわかります。トランジスタのパッド間のクリアランスはこの幅よりも小さく、これが DRC を実行したときに違反が発生した原因です。

トランジスタのパッド間は 10 mil よりやや大きいことがわかっているので、デザインルールを設定して、トランジスタだけのクリアランス制限を 10 mil にします。

- Design Rules フォルダで **Clearance** タイプを選び、右クリックして **New Rule** を選択して、新しいクリアランス制限ルールを追加します。
- 新しいクリアランスルール、`Clearance_1` をクリックします。結果ページの **Constraints** セクションで、**Minimum Clearance** を 10mil にします。
- Advanced (Query)** をクリックし、次に **Query Helper** をクリック。Memberships Checks からクエリを作成します。あるいは、以下のクエリを **Query** フィールドに入力して、最初のオブジェクトにします (図 14)。：

```
HasFootprintPad ( [ TO-92A' , '*' )
```

* (アスタリスク) は、フットプリント TO-92A の ['任意のパッド'] を示します。

- 2 番目のオブジェクトの範囲は ALL のままにして、**OK** をクリックします。**Apply**、**OK** の順にクリックして、*PCB Rules and Constraints Editor* ダイアログを閉じます。
- 再び、DRC を *Design Rules Checker* ダイアログ (**Tools** » **Design Rule Check**) から走らせます。**Run Design Rule Check** ボタンをクリックしてください。今度は、違反が起きません。
- 完成した PCB とプロジェクトを保存します。

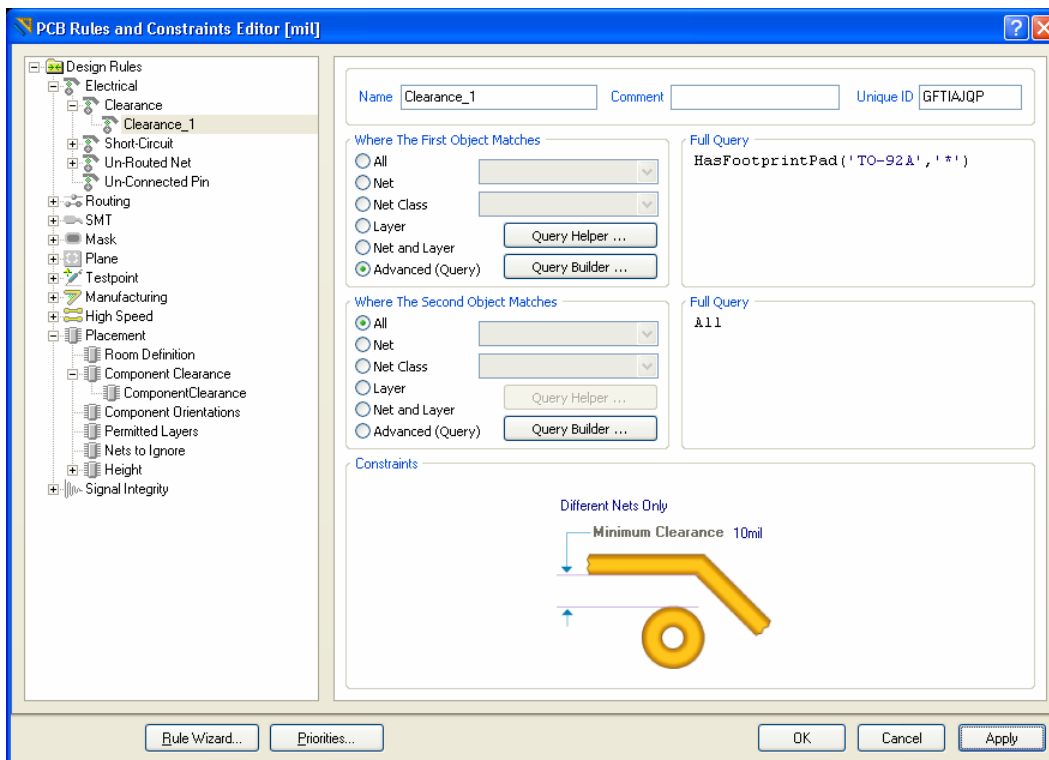


図4 ルールを作成するためのConstraints EditorダイアログでPCBルールを使用

以上で終わりです。PCBレイアウトは終了し、ドキュメントを出力する準備ができました。

出力ドキュメント

PCB のデザインとレイアウトは完成しました。出力ドキュメントを作成して、ボードレビュー、製造、組み立てに進んでみましょう。これらのドキュメントは一般的に、ボード製造工程のために企画されています。さまざまなテクノロジーと手法が PCB の製造に関連しているため、Altium Designer では以下のような出力を行うことができます。

アセンブリ出力

- アセンブリ描画 - ボードの各面におけるコンポーネントの位置と向き
- ピック&プレース ファイル - ロボティック配置機構を使用して、ボードにコンポーネントを配置

ドキュメント出力

- コンポーネント描画 - 完成後のボードアセンブリ。コンポーネントとトラックを含む。
- PCB 3D プリント - 3次元パースからのボードビュー
- 回路図プリント - デザインに使用された回路図のプリント

製造出力

- コンポーネントドリル描画 - ドリル穴の位置とサイズ (シンボルを使用)。単一描画されたボード用。
- ドリル描画/ガイド - ドリル穴の位置とサイズ (シンボルを使用)。分割描画されたボード用
- 最終アートワークプリント - さまざまな製造出力を組み合わせ、単一プリント可能な形で出力
- ガーバーファイル - ガーバーフォーマットで製造情報を作成
- NC ドリルファイル - NC マシンで使用可能な製造情報を作成
- ODB++ - ODB++ データベースフォーマットで製造情報を作成
- パワープレーン プリント - インターナルプレーンとスプリットプレーンの描画を作成
- ソルダ/ペーストマスク プリント - ソルダマスク、ペーストマスクの描画を作成
- テストポイント レポート - さまざまなフォーマットで、テストポイント出力を作成


ネットリスト出力

ネットリストには、デザイン中のコンポーネント間の論理的な接続が記述されていて、他のエレクトロニクス設計アプリケーションへにデータを移送するのに便利です。

レポート出力

- 部品表 (BOM) - ボード製造にもとめられるさまざまなフォーマットで、部品と数量のリスト (BOM) を作成
- コンポーネントのクロス参照レポート - デザイン中の回路図に基づいて、コンポーネントのリストを作成
- プロジェクト階層レポート - プロジェクト内で使用されるドキュメントのソースのリストを作成
- シングルピンネット レポート - ただひとつの接続だけがあるネットを集めたリストを作成
- シンプル BOM - テキストとコンマで区切られた変数 (CSV) のファイルを BOM から作成

ほとんどのドキュメントは、編集/構成可能で、必要に応じてカスタマイズできます。設計を数多くこなしていくうちに、同じ、または似たような出力ドキュメントを作成することが多くなります。Altium Designer は出力ジョブファイル (Output Job Files) と呼ばれる仕組みを提供しています。その専用インターフェースである出力ジョブエディタ (Output Job Editor) では、さまざまな出力ドキュメントをまとめ、さまざまなメディア (直接プリント、PDF、ファイル生成) で出力することができます。

 出力ジョブエディタ (Output Job Editor) についての詳細は、[TR0127 出力ジョブエディタのリファレンス](#)を参照してください。

 PDF出力についての詳細は、[OG0109 PDFに出力](#)を参照してください。

製造用出力ファイル

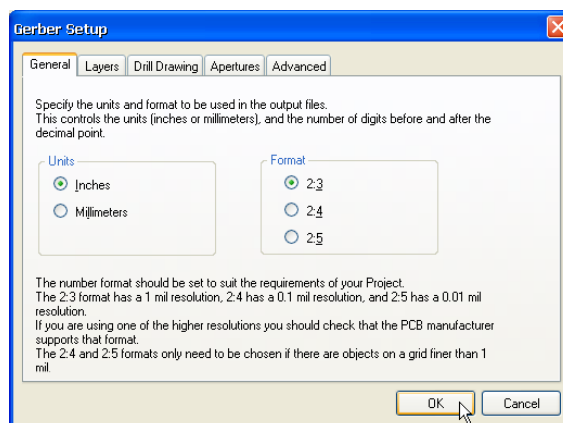
このチュートリアルでカバーする PCB 設計プロセスの最終段階は、ガーバーファイル、NC ドリルファイル、部品情報 (BOM) など、製造用ファイルの作成です。ここでは、出力ジョブエディタは使いません。個々のメニューコマンドを使用します。すべての出力ドキュメントはメニューシステムからも直接作成することができます。出力ドキュメントの構成は、プロジェクトファイルの一部として保存できることに注意してください。

ガーバーファイルの生成

各ガーバーファイルは、コンポーネントオーバーレイ、トップシグナルレイヤ、ボトムシグナルレイヤ、ソルダマスクレイヤなど、物理的ボードのそれぞれひとつのレイヤに対応しています。ガーバーファイルや NC ドリルファイルを生成する前に、基板製造業者へ必要なデータの形式について問い合わせしておくことをお勧めします。

このチュートリアルで PCB で製造ファイルを作成するには、次の操作を実行します：

1. **File** » **Fabrication Outputs** » **Gerber Files** を選択します。 *Gerber Setup* ダイアログが表示されます。
2. **Layers** タブ、**Plot Layers** ボタンをクリックし、**Used On** を選択します。 **OK** をクリックしてデフォルト設定を適用します。
3. ガーバーファイルが生成され、CAM エディタが開いてファイルを表示します。 ガーバーファイルは、Project Outputs フォルダに保存されます。このフォルダは、プロジェクトファイルが保存されているフォルダに自動的に作成されます。各ファイルには、レイヤ名に関する拡張子をつけられます。たとえば、Multivibrator.GTO はガーバートップオーバーレイに対応しています。これらは **Generated CAM Documents** フォルダの **Projects** パネルに追加されます。



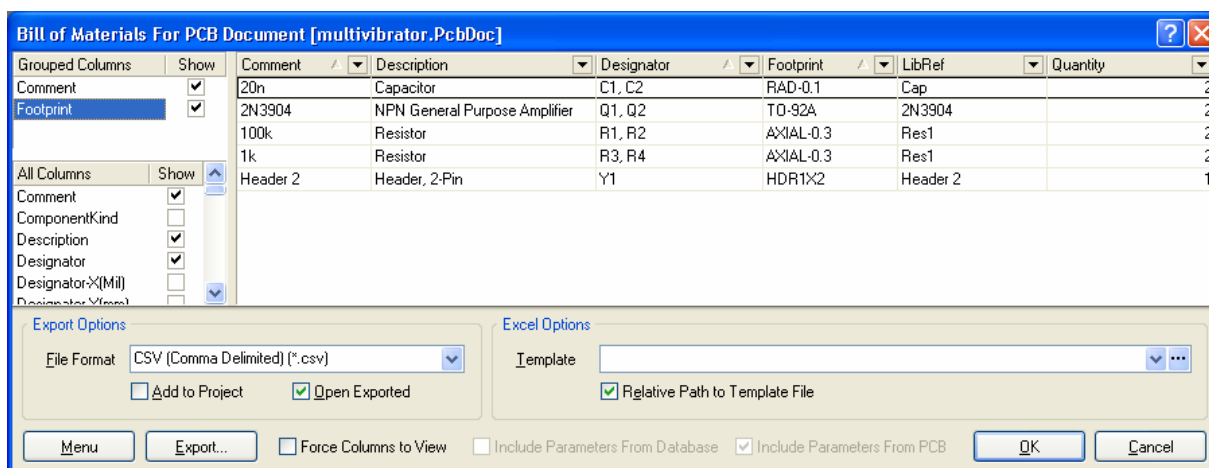
同様に、**File** » **Fabrication Outputs** » **NC Drill Files** コマンドで、*NC Drill Setup* ダイアログを開いて（デフォルト設定はそのままで）、NC ドリルデータを出力してください。

部品表 (BOM) の作成

このチュートリアルで PCB 用の部品表 (BOM: Bill of Materials) を作成します。

作成中に自動的に出力ファイルが開くのを望まない場合は、Project » Project Options を選び、Options タブをクリック。Open outputs after compile option を無効にしてください。

1. **Reports** » **Bill of Materials** を選択します。 *Bill of Materials for PCB Document* ダイアログが表示されます。



2. このダイアログで、BOM を作成します。レポートに含めたい各欄の **Show** オプションを有効にします。
3. **All Columns** リストから部品を選んで、**Grouped Columns** リストにドラッグすると、コンポーネントが BOM のデータタイプごとにグループ分けされます。たとえば、*Footprint* でグループ分けしたい場合は、**Footprint** を **All Columns** リストで選んで、**Grouped Columns** リストにドラッグします。レポートはそれにしたがって、ソートされます。
4. **Open Exported** オプションを有効にして、**CSV** を **File Format** として選びます。 **Export** ボタンをクリックすると、BOM ファイルが生成され、すぐに CSV ビューア（たとえば、Microsoft Excel）に表示されます。BOM には多くのオプション、その他のレポートがあり、非常に高度な柔軟性で、レポートの定義、組織化を可能にしています。ダイアログを閉じます。

お疲れ様でした。これで、PCB 設計プロセスは完成です。

より詳細な調査のために

このチュートリアルでは、Altium Designer の強力な機能のいくつかを紹介しました。回路図をキャプチャし、PCB のデザインと配線を行いました。しかし、これらは Altium Designer が提供している強力なデザイン機能のほんの一部に過ぎません。一度、Altium Designer について調べ始めると、より「ラク」な設計を可能にする豊富な機能群を見出すでしょう。Altium Designer の可能性を確認できるように、多くのサンプルファイルも添付されています。それらのファイルは、通常、メニューから **File** » **Open** を選択し、Altium Designer がインストールされているディレクトリの *Examples* のフォルダを開いて参照することができます。このフォルダ内には、ボードデザインのサンプルファイルの他に、Altium Designer の特別な機能を備えたサンプルファイルが保存されている多くのサブフォルダも含まれています。

Circuit Simulation サブフォルダを確認して、Altium Designer のアナログ、デジタルシミュレーションの可能性を確かめてください。アンプや電源などのアナログのサンプルファイルによる回路設計のさまざまなデモとだけでなく、混在モードのサンプル、関数のサンプル、ソース依存型線形/非線形のサンプル、真空管などサンプルがあります。

ロジックのスイッチング、デザインクロックスピードの更なる高速化に伴い、デジタル信号の質も、ますます重要になっていきます。Altium Designer には、洗練された伝送線路解析ツールが含まれていて、ボードレイアウトを正確にモデル化し、分析することができます。伝送線路解析に必要な設定、インピーダンス、オーバーシュート、アンダーシュート、スロープなどは、PCB デザインルールで定義され、標準のデザインルールチェックで検査されます。

より詳細な解析が必要なネットがある場合は、**Tools** » **Signal Integrity** を選択し、デザインに伝送線路解析 (Signal Integrity Analyzer) を実行し、そこで反射やクロストークシミュレーションを確認することができます。結果は、オシロスコープのような波形アナライザに表示されますので、実行内容の検証や、波形からの直接測定ができます。

この入門チュートリアルをご覧いただき、ありがとうございました。

更新履歴

Date	Version No.	Revision
22-Jan-2004	1.0	New product release
24-Nov-2004	1.1	Updated for DXP 2004 SP2
13-Apr-2005	1.2	Updated for Altium Designer
25-Jul-2005	1.3	Reference to <i>Board Shape & Sheets</i> tutorial renamed to <i>Preparing the Board for Design Transfer</i> . Updates for SP4.
28-Nov-2005	1.4	Updated for Altium Designer 6
31-Oct-2006	1.5	Updated for Altium Designer 6.6
17-Oct-2007	1.6	Updated with new dialog box and 3D references for Altium Designer 6.8
21-Dec-2007	1.7	Updated with 3D component body tutorial for 6.9
22-Jan-2008	1.8	Updated view configuration info, removed STEP model import info to TU0103 document (beyond scope of this tutorial) for 6.9.
1-Feb-2008	1.9	Minor typos fixed.
12-Feb-2008	2.0	Changed component body references to 3D body.
22-Feb-2008	2.1	Converted to A4.
9-Apr-2008	2.2	Updated with interactive routing and 3D body dialog box for "Summer 08".
21-May-2008	2.3	Removed component 3D body building section. Added references to TU0103 (library components tutorial) and TU0132 (MCAD integration tutorial). Amended routing and project outputs section for S08.

ソフトウェア、ハードウェア、文書、および関連資料

Copyright © 2008 Altium Limited.

以下の注意書きとともに提供される文書とその情報は、様々な形による国内、海外の知的財産権の保護、著作権の保護を含むがそれに限定されない、が目的です。

この注意書きの閲覧者には、非独占的なライセンスが付与されており、このような文書とその情報、その使用について規定している使用許諾契約書（エンドユーザライセンスアグリーメント）に記載の目的のために使用することができます。

いかなる場合においても、あなたにライセンスされた文書から、あるいはその他の手段を利用して、リバースエンジニア、逆コンパイル、複製、配布、派生物の作成を行うことは、明白に規定された同意書による許諾を得ない限りできません。かかる制限事項が遵守されない場合、罰金や実刑を含む民事罰と刑事罰の対象となることがあります。

しかしながら、バックアップの目的に限る、提供される文書のまたは情報一個だけ記録に残し、オリジナルコピーが不能の場合のみ、その複製にアクセスし、利用することは許可されます。

Altium、Altium Designer、Board Insight、CAMtastic、CircuitStudio、Design Explorer、DXP、Innovation

Station、LiveDesign、NanoBoard、NanoTalk、OpenBus、Nexar、nVisage、P-CAD、Protel、SimCode、Situs、TASKING、Topological

Autorouting、およびそれぞれに対応するロゴは、Altium Limited またはその子会社の商標または登録商標です。

本書に記載されているそれ以外の登録商標や商標はそれぞれの所有者の財産であり、商標権を主張するものではありません。